

Sio U, Ormerod T. Does Incubation Enhance Problem Solving? A

Meta-Analytic Review // *Psychological Bulletin*, 2009, Vol. 135, No. 1, 94–120

Does Incubation Enhance Problem Solving? A Meta-Analytic Review

Ut Na Sio and Thomas C. Ormerod

Lancaster University

E-mail: t.ormerod@lancaster.ac.uk

Abstract:

A meta-analytic review of empirical studies that have investigated incubation effects on problem solving is reported. Although some researchers have reported increased solution rates after an incubation period (i.e., a period of time in which a problem is set aside prior to further attempts to solve), others have failed to find effects. The analysis examined the contributions of moderators such as problem type, presence of solution-relevant or misleading cues, and lengths of preparation and incubation periods to incubation effect sizes. The authors identified a positive incubation effect, with divergent thinking tasks benefiting more than linguistic and visual insight tasks from incubation. Longer preparation periods gave a greater incubation effect, whereas filling an incubation period with high cognitive demand tasks gave a smaller incubation effect. Surprisingly, low cognitive demand tasks yielded a stronger incubation effect than did rest during an incubation period when solving linguistic insight problems. The existence of multiple types of incubation effect provides evidence for differential invocation of knowledge-based vs. strategic solution processes across different classes of problem, and it suggests that the conditions under which incubation can be used as a practical technique for enhancing problem solving must be designed with care.

Keywords: incubation, problem solving, insight, meta-analysis

Сю У.Н., Ормерод Т.

Улучшает ли инкубация решение задач? Мета-аналитический обзор

Резюме:

В статье докладывается мета-аналитический обзор эмпирических исследований, изучающих эффекты инкубации при решении задач. Хотя некоторые исследователи сообщают о возрастании показателей решения после инкубационного периода (т.е. периода времени, когда задача оставлена в стороне до следующей попытки ее решить), другим исследователям не удалось обнаружить этот эффект. В анализе проверялся вклад в размер эффекта инкубации таких опосредующих переменных как: тип задачи, наличие ключей релевантных решению,

длина подготовительного и инкубационного периода. Авторы обнаружили, что положительный эффект инкубации в заданиях на дивергентное мышление более сильный, чем в лингвистических и зрительных инсайтных задачах. Более длинный подготовительный период приводит к большему инкубационному эффекту, тогда как заполнение инкубационного периода задачами, с высокими когнитивными требованиями, дает более слабый эффект от инкубации. Неожиданно, что задачи, с низкими когнитивными требованиями, показали более сильный инкубационный эффект, чем отдых во время инкубационного периода (для лингвистических инсайтных задач). Существование нескольких типов инкубационных эффектов делает очевидным избирательное привлечение, в зависимости от типов решаемых проблем, либо процессов основанных на знаниях, либо стратегических процессов решения задач. Все это говорит о том, что условия, при которых инкубация может быть использована как практическая техника, улучшающая решение задач, должны тщательно продумываться

Ключевые слова: инкубация, решение задач, инсайт, мета-анализ

Актуальность изучения полезности инкубации можно понять по результатам поиска в Google Scholar по слову *incubation* с другими словами - *creativity*, *insight* или *problem*, - которые включают 5510 статей в период с 1997 по 2007 год в таких областях как социальные науки, искусство, гуманитарные науки. И еще 1970 статей в области бизнеса, управления и экономики. Но до сих пор существует много противоречивых сведений об эффектах инкубации. Проведение мета-анализа должно прояснить возникающие разногласия. Кроме того, выяснение роли инкубации в мышлении помогло бы рассудить теории о природе инсайта – как результата бессознательного распространения активации, или как результат сознательного поиска решения. Также понимание природы инкубации важно для практических техник, используемых в обучении и развитии творческих способностей.

Гипотезы о том, как работает инкубация:

1. Сознательная работа – изменения в сознательно контролируемом решении задачи в течение инкубационного периода
 - а. Уменьшение умственного утомления
 - б. Скрытое продолжение процесса решения
2. Бессознательная работа – постепенные бессознательные процессы
 - а. Распространение активации на ранее игнорируемые области, релевантные решению.
 - * даже если эти области не преодолевают порог активации, то делают человека более чувствительным к ключам.
 - ** частично активированные концепты могут комбинироваться с другими, что приводит к неожиданному возникновению инсайта
 - б. Избирательное забывание – ослабление активации неподходящих областей, отвлекающих индивида на первом этапе решения задачи.
 - в. Переструктурирование задачи – ментальная репрезентация задачи реорганизуется в более подходящую и стабильную форму после первых безуспешных попыток решения. В результате человек может лучше воспринимать полезную внешнюю информацию или переупорядочить информацию в задаче так, чтобы прийти к решению.
 - * смена стратегии поиска решения
 - ** исчезновение ранее принятых неправильных ограничений, наложенных на решение.

Варианты следствий из различных теорий инкубации:

1. Сознательная работа предполагает наибольший выигрыш от незаполненного инкубационного периода.
2. Гипотеза подсознательной работы, наоборот предполагает переключение внимания испытуемого на другую умственную деятельность.

Существует множество исследований, посвященных эффекту инкубации. Все они выстроены по одной схеме:

1. Группа решает задачу;
2. а. Группу прерывают на инкубационный период (выполнение других заданий или отдых) и затем они продолжают решение задачи;
б. Группа продолжает решать задачу непрерывно.

Сравниваются показатели решения для обеих групп. И результаты у всех самые разные.

Но исследования варьируют по:

- длительности инкубационного периода
- содержанию основных задач
- виду задач, использованных в инкубационном периоде

Таким образом, противоречивые результаты могут найти объяснение в опосредующих процедурных переменных.

Авторы выделяют следующие **опосредующие переменные**:

1. *Тип задания в инкубационном периоде*:

- а. с высокими когнитивными требованиями (умственное вращение, счет назад, тесты на зрительную память...) – полностью занимают сознание, не допуская возможность продолжения сознательной работы над задачей;
- б. с низкими когнитивными требованиями (например, чтение).

2. *Длительность инкубационного периода*: более долгий инкубационный период может означать дополнительное время на деятельность по решению задачи, или вести к лучшему забыванию мешающих пунктов, или распространению активации в памяти. При этом нет однозначного представления о том, что значит «долгий инкубационный период».

* Каплан предложил использовать *соотношение длительностей подготовительного и инкубационного периода*.

3. *Длительность подготовительного периода* – первая попытка решения задачи в любом случае не бесплодна, люди чему-то учатся в этот период

4. *Вид задачи* – разные задачи задействуют заведомо разные психические процессы

- а. «Креативные задачи» - на дивергентное мышление, без заданного правильного ответа
- б. «инсайтные задачи» - задачи с заданным правильным ответом, предполагающие использование определенной стратегии решения или области знания.

б1. зрительно-пространственные (например, задача «Девять точек»)

б2. лингвистические (например, тест отдаленных ассоциаций)

5. *Наличие ключей, релевантных решению*. Некоторые исследования не подтвердили положительное действие ключа, но, возможно, это связано со слишком высокой трудностью использованных заданий.

6. *«Уводящие в сторону ключи»*

Мета-анализ

Был произведен поиск ответов на два основных вопроса:

1. Есть ли на самом деле эффект от инкубации?

Для этого была использована *random-effects model* (т.к. анализ гетерогенности показал, что разница в эффектах обусловлена не ошибками измерения, а различными условиями проведения), подсчитано взвешенное среднее значение эффекта инкубации и сравнено с 0.

2. Какие опосредующие переменные больше всего влияют на этот процесс?

Были подсчитаны взвешенные наименьшие квадраты для линейной регрессии с вышеупомянутыми опосредующими переменными как НП и взвешенным эффектом инкубации (через величину обратную дисперсии) как ЗП. Результаты регрессии показывают независимый вклад каждой потенциальной опосредующей переменной при контроле остальных переменных. Кроме того, были подсчитаны взаимодействия между переменными.

Поиск статей был проведен в базах ERIC, PsycINFO, PsycARTICLES, и MEDLINE по ключевому слову *incubat**, со словами *fixation*, *creative**, *divergent**, *insight* u problem*. И по ссылкам, найденным в статьях-результатах поиска. Чтобы избежать «сдвига публикации», когда предпочтение отдается работам, где были получены значимые результаты, были также проанализированы базы диссертационных исследований - ProQuest Digital Dissertations и был произведен поиск диссертаций и неопубликованных статей и тезисов в Google Scholar. Всего было подобрано 37 статей по следующим критериям:

1. Сложность и другие параметры заданий были одинаковы во всех экспериментальных условиях.
2. Общее время непрерывного решения задачи испытуемыми было одинаково во всех условиях.
3. В исследовании была контрольная группа, которая работала над задачей непрерывно – без инкубационного периода.
4. Были измерены показатели решения задач перед инкубацией и после инкубации.
5. В статье приведена информация, позволяющая рассчитать размер эффекта.

В итоге осталось 29 публикаций, из которых 20 статей из рецензируемых журналов, 8 докторских диссертаций и 1 тезисы. Количество сравниваемых размеров эффектов получилось достаточным (N=117).

Кодирование исследований

Исследования, содержащие несколько условий инкубации были закодированы как независимые исследования. Соответственно, контрольные группы дублировались в таких «независимых исследованиях» и сравнивались более чем с одним экспериментальным условием. Чтобы избежать при этом необоснованного увеличения числа степеней свободы, авторы разбили контрольные выборки на части. Если исследование содержало более одной контрольной группы, выбиралась та, которая больше по условиям была похожа на экспериментальную.

Размер эффекта

Считался как *d*-Козна – разница средних показателей решения между контрольной и экспериментальной группой, деленная на их общее стандартное отклонение.

В некоторых случаях размер эффекта вычислялся из *t*- или *F*- значений, частот или *p*-значений.

Для исследований, в которых не было получено значимого эффекта, *d* было приравнено к 0.

Если в исследовании с несколькими инкубационными условиями эффект был значимым лишь для всех И. условий, то они суммировались.

Если в исследовании считался размер эффекта по разным параметрам (например, в РАТ время решения и количество правильных ответов), то брали среднее от размера эффекта.

Для уравнивания исследований с разными выборками, размер эффекта умножался на следующее значение:

$$1-3/[4(\text{total } N - 2) - 1]$$

где *total N* - общее число участников данного исследования

Все размеры эффектов, выходящие за 2 стандартных отклонения от среднего приравнивались в значению на уровне 2 стандартных отклонений.

Сдвиг публикации

Был построен Funnel plot (диаграмма разброса размера эффекта в зависимости от размера выборки) и проведен регрессионный анализ с размером эффекта как зависимой переменной от размера выборки, взвешенного с коэффициентом, обратным разбросу по исследованиям.

Регрессионный анализ

Исследования были разбиты на группы по типу проверяемой НП. Был посчитан random variance component внутри каждой подгруппы. Если он отличен от 0, значит, влияет не только стандартная ошибка измерения. Для регрессионного анализа использовались размеры эффекта, взвешенные умножением на величину обратную дисперсии.

В качестве предикторов были взяты:

- вид задачи
- «уводящие ключи»
- ключи, релевантные решению
- задание в инкубационном периоде
- длительность подготовительного периода
- длительность инкубационного периода

Кроме того, был подсчитан основной вклад каждой опосредующей переменной (из описанных выше, плюс взаимодействие вида основной задачи и задачи в инкубационном периоде) в размер инкубационного эффекта (взвешенного).

Результаты

117 исследований, 3606 испытуемых (в среднем на исследование 25).

85 исследований показали значимый положительный эффект от инкубации. Размер эффекта колеблется от -0.71 до 4.07, медиана 0.26, среднее 0,41 (ст. откл. 0,71), верхняя и нижняя границы при $p < 0.05$ это 0,54 и 0,28.

Данные оказались гетерогенными (Cochran's $Q=173.99$, $p < .001$), поэтому далее была использована *random-effects model*.

1. Был проведен регрессионный анализ внутри подгрупп по разным предикторам (см. Табл. 5, 6, 7 и 8):

- лингвистические задачи
- «креативные задачи»
- задачи без уводящих ключей
- задачи без релевантных ключей
- задачи с высокими когнитивными требованиями
- «пустой» инкубационный период

В подгруппе с лингвистическими задачами больший эффект от инкубации наблюдается в задачах с низкими когнитивными требованиями, чем с задачах с пустым инкубационным периодом ($\beta=0,54$ $p < 0,05$). Также присутствует взаимодействие между типом задачи и заданием на инкубационный период – задачи с низкими когнитивными требованиями увеличивают эффект от инкубации только при решении лингвистических задач.

В задачах без уводящих/релевантных решению ключей регрессионный анализ показал, что в отсутствии этих ключей испытуемые, решающие зрительные задачи имеют меньший эффект от инкубации, чем с лингвистическими или креативными задачами. Также положительный эффект инкубации при более длинном подготовительном периоде. А когнитивная загруженность в этой подгруппе не показала значимого влияния.

2. Был проведен регрессионный анализ по всем данным, с целью выявить общий вклад каждой опосредующей переменной в размер эффекта инкубации (см. Табл. 9).

При решении зрительных и лингвистических инсайтных задач наблюдается меньший инкубационный эффект, чем при решении креативных задач. При этом значимой разницы между лингвистическими и зрительными задачами не обнаружено ($z = -1.25$, $p > .05$).

Длительность подготовительного периода показала значимый вклад ($\beta=.03$, $p < .05$).

Корреляция переменной длительность подготовительного периода с:

- зрительными задачами ($r(35) = .40$, $p = .02$)
- креативными задачами ($r(14) = .60$, $p = .03$)
- но **не** с лингвистическими задачами ($r(65) = -.04$, $p = .75$)

Взаимодействие между типом задачи и инкубационным заданием в разных условиях:

- с уводящими ключами
- длительность подготовительного периода
- длительность инкубационного периода
- наличие релевантных ключей

В Табл. 11 можно увидеть разницу перемноженных коэффициентов (для взаимодействующих переменных).

Для креативных задач, взятых вместе с задачами с высокими когнитивными требованиями инкубационный эффект ниже, чем для задач с низкими когнитивными требованиями или для отдыха во время инкубации ($CjHj - CjRj = -.91$, $p < .05$; $CjHj - CjLj = -.79$, $p < .08$, где С – креативные задачи, Н задачи с высокими когнитивными требованиями, R – отдых, и L задачи с низкими когнитивными требованиями, все в исследовании j).

Для решения лингвистических задач не было обнаружено различий между условиями с разными когнитивными требованиями или отдыхом.

Третья регрессионная модель (см. Табл. 12 и 13) включает:

- уводящие ключи
- длительность подготовительного периода
- релевантные ключи
- тип задачи (кроме креативных задач)*
- задание в инкубационный период
- сочетание переменных

В результатах наблюдается взаимодействие между типом задачи и инкубационным заданием. Решение лингвистических задач в сочетании с низкой когнитивной нагрузкой при инкубации дает больший эффект, чем те же задачи, но с отдыхом во время инкубации ($LijLj - LijRj = .45$, $p = .05$). Различия с другими типами задач были в том же направлении, но не достигли уровня значимости. Различий между отдыхом и задачами с высокой когнитивной нагрузкой не обнаружены. Для зрительных задач инкубационный эффект при всех трех условиях достаточно одинаков. Т.е. при исключении из рассмотрения креативных задач, значимость взаимодействия лингвистических задач и заданий с низкой когнитивной нагрузкой повысилась.

Переменная «длительность подготовительного периода» не показала значимого влияния ни при каком анализе. Возможно, это связано с тем, что влияние подготовительного периода была замечено в исследованиях со зрительными и с креативными задачами, а последние были исключены из исследования.

Обсуждение

1. *Длительность инкубации* дает основной выигрыш в *креативных задачах*, которые требуют большого числа разнообразных ответов (а не в лингвистических или

* Оказалось невозможно провести регрессионный анализ взаимодействия между типом задачи и заданием в инкубационном периоде, т.к. из 14 исследований, посвященных роли инкубационного периода в решении креативных задач, 12 было проведено с задачами с высокими когнитивными требованиями, а оставшиеся два – с отдыхом в течение инкубационного периода. Такое распределение может вызвать скос данных при подобных расчетах.

визуальных, которые предполагают наличие одного правильного ответа). Таким образом, похоже, что время инкубации способствует активации знаний семантической сети, но не переструктурированию информации.

2. Особый выигрыш при сочетании *лингвистической задачи* как основного задания и заданий с *низкой когнитивной нагрузкой* в инкубационный период (в сравнении с отдыхом или задачами с высокой когнитивной нагрузкой). Возможно, это связано с тем, что решение лингвистических задач (RAT) требует ликвидировать сосредоточение на основных ассоциациях, и достижения дефокусированного внимания. Тогда как отдых оставляет возможность для продолжения сознательной работы над заданием – с продолжением фокусировки на основных ассоциациях, а задачи с высокой когнитивной нагрузкой сами по себе сужают фокус внимания, а не дефокусируют его.
3. Для *зрительных задач* не выявилась разница в эффекте от инкубации в условиях разной степени когнитивной загруженности. Вероятно, это связано с тем, что решение этих задач больше предполагает поиск стратегии, чем активацию знания. А для поиска стратегии важным оказывается достижение тупика в первоначальных поисках. Поэтому здесь играет роль *длительность подготовительного периода*.
4. *Длительность подготовительного периода* также оказалась значимой для эффекта инкубации для *креативных задач*. Возможно, это вызвано истощением поиска в очевидных «местах» во время долгой первой попытки решения, и переключением на другие области.
5. Длительность подготовительного периода для лингвистических задач не показала свою значимость, возможно, из-за низкой вариативности этой длительности в соответствующих исследованиях (от 0,5 до 1 мин)
6. Наличие *уводящих ключей* в целом не показало себя значимым предиктором эффекта инкубации. При отдельном расчете, сделанном на *лингвистических задачах*, эффект проявился на уровне тенденции. Но для зрительных задач он отсутствует. Возможно, это модально-специфический эффект.
7. Наличие релевантных ключей также не показало себя значимым предиктором. Возможно, это связано с большим разнообразием экспериментальных условий, в которых проводилось исследование данного эффекта.

Выводы

В целом, в проведенном мета-анализе получили поддержку теоретические позиции бессознательной работы:

- распространение активации
- селективное забывания
- реструктурирование

Но каждая – на своем типе задач.

Гипотеза сознательной работы не получила подкрепления.

Лантева Екатерина

katenock@gmail.com

Table 2
Coding System

Variable	Coding description
Author	Author(s) of the study
Year	Year the study was published
Total	Total number of participants
Problem type	0 = <i>creative problem</i> (e.g., consequences task) 1 = <i>visual problem</i> (e.g., farm problem, radiation problem) 2 = <i>linguistic problem</i> (e.g., remote associates task, anagram, rebus)
Misleading cues	0 = <i>no misleading cues</i> 1 = <i>misleading cues embedded in the problem</i>
Preparation period	Amount of time spent on each problem before the incubation period (in minutes)
Incubation period	Length of the incubation period (in minutes)
Incubation task	0 = <i>rest</i> 1 = <i>low cognitive demand task</i> (e.g., drawing a picture, reading) 2 = <i>high cognitive demand task</i> (e.g., mental rotation task, memory test)
Cues	Presence of relevant cues during the incubation period 0 = <i>no cue</i> 1 = <i>yes</i>

Table 3
Stem-and-Leaf Display of 117 Unbiased Effect Sizes

Stem	Leaf
-0.7	1
-0.5	9, 8, 8
-0.4	1
-0.3	8, 5, 3
-0.2	
-0.1	8, 7, 4, 4, 0
-0.0	3
0.0	0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 3, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 9, 9
0.1	0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 3, 4, 4, 4, 5, 7, 7
0.2	1, 4, 5, 8, 8
0.3	1, 4, 6, 6, 7
0.4	0, 0, 1, 2, 2, 4, 5, 7, 7, 8, 8, 9
0.5	0, 2, 2, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 7
0.6	2, 2, 4, 5, 6, 6, 6
0.7	0, 1, 2, 4, 4
0.8	6
0.9	9, 9
1.0	5, 5, 7, 7, 8, 9
1.1	7
1.2	
1.3	
1.4	
1.5	
1.6	8
1.7	0
1.8	2, 2, 2, 2

Note. Outliers were recoded.

Table 5

Regression Model for Linguistic Problem Studies (N = 65)

Variable	Sum of squares	df	Mean square	F	p value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	13.42	5	2.68	3.15*	.01
Residual	5.24	59	0.85		
Total	63.66	64			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	z score	
Incubation task					
High cognitive load task	.06	.06	.21	0.27	
Low cognitive load task	.54*	.43	.25	2.15	
Misleading cues	.15	.17	.12	1.24	
Ratio of the preparation period to the incubation period	.15	.12	.19	0.80	
Relevant cue	-.04	-.04	.13	-0.30	

Note. Random variance component = .00281, $R^2 = .21$. Another regression with the same predicting variables, except replacing the variable ratio of length of the preparation to the incubation period by the variables incubation period and preparation period, was carried out. The pattern of the results was comparable, but it had lower explanatory power, and a lower significance level, $R^2 = .20$, $F(6, 58) = 2.47$, $p = .034$. Neither the variable preparation period nor incubation period was significant. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$.

Table 6

Regression Model for Misleading Cue Studies (N = 85)

Variable	Sum of squares	df	Mean square	F	p value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	2.25	7	2.89	3.56*	.002
Residual	62.62	77	0.81		
Total	82.87	84			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	z score	
Problem type					
Visual problem	-.59*	-.51	.19	-3.02	
Linguistic problem	-.31	-.29	.18	-1.74	
Incubation task					
High cognitive load task	-.18	-.14	.22	-0.80	
Low cognitive load task	.06	.04	.26	0.23	
Length of the incubation period	<.001	.055	<.001	0.45	
Length of the preparation period	.03*	.36	.01	2.16	
Relevant cue	-.03	-.02	.16	-0.20	

Note. Random variance component = .12004, $R^2 = .24$. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$.

Table 7
Regression Model for No Relevant Cue Studies ($N = 82$)

Variable	Sum of squares	<i>df</i>	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	29.34	6	4.89	7.35*	<.001
Residual	49.94	75	0.67		
Total	79.28	81			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	<i>z</i> score	
Problem type					
Visual problem	-.79**	-.66	.19	-4.10	
Linguistic problem	-.22	-.21	.18	1.24	
Incubation task					
High cognitive load task	-.25	-.22	.21	-1.20	
Low cognitive load task	.16	.12	.25	0.64	
Length of the incubation period	<.001	.02	0	0.13	
Length of the preparation period	.05**	.51	.02	3.01	
Misleading cue	.09	.07	.18	0.53	

Note. Random variance component = .10409, $R^2 = .37$. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$. ** $p < .001$.

Table 8
Regression Model for High Cognitive Load Incubation Task Studies ($N = 75$)

Variable	Sum of squares	<i>df</i>	Mean square	<i>F</i>	<i>p</i> value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	7.36	6	1.47	1.53	.19
Residual	66.19	69	0.96		
Total	73.55	74			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	<i>z</i> score	
Problem type					
Visual problem	-.41*	-.34	.20	-2.01	
Linguistic problem	-.28	-.30	.17	-1.58	
Length of the incubation period	-.01	-.12	.01	-0.87	
Length of the preparation period	.02	.21	.02	1.31	
Misleading cue	.08	.06	.16	0.51	
Relevant cue	.09	.08	.14	0.62	

Note. Random variance component = .06478, $R^2 = .10$. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$.

Table 9
Regression Model for All Studies (N = 114)

Variable	Sum of squares	df	Mean square	F	p value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	25.56	8	3.20	4.08	<.001
Residual	82.22	105	0.78		
Total	107.79	113			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	z score	
Problem type					
Visual problem	-.60**	-.52	.15		-3.61
Linguistic problem	-.31*	-.31	.14		-1.96
Misleading cues	.16	.13	.12		1.16
Incubation task					
Low cognitive load	.14	.10	.18		0.72
High cognitive load	-.16	-.15	.14		-1.02
Preparation period	.03*	.35	.01		2.29
Incubation period	<.001	.04	<.001		<0.001
Cue presented	-.01	-.01	.11		-0.09

Note. Random variance component = .0834, $R^2 = .24$. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$. ** $p < .001$.

Table 10
Regression Model for All Studies—Interactions (N = 114)

Variable	Sum of squares	df	Mean square	F	p value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	35.60	12	2.97	4.15	<.001
Residual	72.18	101	0.72		
Total	107.78	113			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	z score	
Problem Type $\times$ Incubation Task					
Visual Problem $\times$ Low Cognitive Load Task	0.17	0.08	0.35	0.50	
Visual Problem $\times$ High Cognitive Load Task	0.90*	0.61	0.35	2.60	
Linguistic Problem $\times$ Low Cognitive Load Task	0.72	0.43	0.38	1.93	
Linguistic Problem $\times$ High Cognitive Load Task	1.00*	0.97	0.38	2.59	
Problem type					
Visual problem	-1.29**	-1.10	0.32	-4.00	
Linguistic problem	-1.24**	-1.21	0.40	-3.14	
Incubation task					
High cognitive load task	-0.91**	-0.81	0.30	-3.00	
Low cognitive load task	-0.12	-0.09	0.33	-0.38	
Misleading cues	0.24	0.19	0.15	1.54	
Length of the incubation period	<0.001	0.018	<0.001	<0.001	
Length of the preparation period	0.03*	0.01	0.01	1.97	
Answer was presented	0.03	0.03	0.13	0.26	

Note. Random variance component = .08340, $R^2 = .33$. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$. ** $p < .001$.

Table 11

Summary of Coefficient Differences of the Original Regression Model

Multiplicative terms	Coefficient difference	Corrected SE	z score
$Li_jH_j - Li_jR_j$	0.08	.49	0.17
$Li_jL_j - Li_jR_j$	0.60	.50	1.21
$Li_jL_j - Li_jH_j$	0.52	.70	0.74
$V_jH_j - V_jR_j$	-0.01	.46	-0.03
$V_jL_j - V_jR_j$	0.05	.48	0.10
$V_jL_j - V_jH_j$	0.06	.66	0.09
$C_jH_j - C_jR_j$	-0.91*	.30	-3.00
$C_jL_j - C_jR_j$	-0.12	.33	-0.38
$C_jL_j - C_jH_j$	0.79†	.45	1.77
$V_jH_j - C_jH_j$	-0.39	.47	-0.82
$Li_jH_j - C_jH_j$	-0.25	.55	-0.45
$Li_jH_j - V_jH_j$	0.14	.72	0.19
$V_jL_j - C_jL_j$	-1.11*	.47	-2.36
$Li_jL_j - C_jL_j$	-0.52	.55	-0.95
$Li_jL_j - V_jL_j$	0.60	.72	0.82
$V_jR_j - C_jR_j$	-1.29**	.32	-4.00
$Li_jR_j - C_jR_j$	-1.24**	.40	-3.14
$Li_jR_j - V_jR_j$	0.04	.51	0.08

Note. Li = linguistic problem; H = high cognitive demand task; R = rest; L = low cognitive demand task; V = visual problem; C = creative problem; j = study j .

* $p < .05$. ** $p < .001$. † $p = .08$.

Table 12

Regression Model for Studies Excluding Creative Problem (N = 100)

Variable	Sum of squares	df	Mean square	F	p value
<i>ANOVA significance test</i>					
Model	15.04	8	1.88	2.04*	.05
Residual	83.92	91	0.92		
Total	98.96	99			
<i>Summary of the regression model</i>					
	Unstandardized β	Standardized β	Corrected SE_{β}	z score	
Problem Type $\times$ Incubation Task					
Visual Problem $\times$ Low Cognitive Load Task	-.21	-.12	.28	-0.77	
Visual Problem $\times$ High Cognitive Load Task	.09	.08	.24	0.38	
Problem type					
Visual problem	-.15	-.15	.21	-0.68	
Incubation task					
High cognitive load task	-.01	-.01	.18	-0.05	
Low cognitive load task	.45*	.41	.20	2.27	
Misleading cues	.13	.13	.11	1.10	
Length of the preparation period/ incubation	.08	.20	.05	1.56	
Answer was presented	.01	.01	.11	0.13	

Note. Random variance component = .00031, $R^2 = .15$. Another regression was carried out with the same variables, replacing the variable "ratio of length of preparation to incubation period" with incubation period and preparation period. The regression model was not significant, $F(9, 90) = 1.27$, $p = .10$. Neither the variable preparation period nor incubation period was significant. ANOVA = analysis of variance.

* $p < .05$.

Table 13

Summary of Coefficient Differences of the Original Regression Model

Multiplicative terms	Coefficient difference	Corrected SE	z score
$Li_jH_j - Li_jR_j$	-.01	.17	-0.05
$Li_jL_j - Li_jR_j$	.45*	.20	2.27
$Li_jL_j - Li_jH_j$	.46	.26	1.76
$V_jH_j - V_jR_j$	.08	.30	0.28
$V_jL_j - V_jR_j$	.24	.34	0.69
$V_jL_j - V_jH_j$	.15	.45	0.34
$V_jH_j - Li_jH_j$	-.06	.32	-0.17
$V_jL_j - Li_jL_j$	-.36	.35	-1.03
$V_jR_j - Li_jR_j$	-.15	.21	-0.68

Note. Li = linguistic problem; H = high cognitive demand task; R = rest; L = low cognitive demand task; V = visual problem; j = study j .

* $p < .05$.

Table 1
Summary of Incubation Studies

Year	Author	Problem	Misleading cues in problems	Preparation period	Incubation period	Incubation task	Cues during incubation period	Other factors	Incubation effect reported	Included in meta-analysis
1964	Mednick et al. (Experiment 1)	RAT	No	1 min	Not specified	Analogy vs. analogy + cues	Yes		Yes, in analogy + cues condition	No, no control group
1964	Mednick et al. (Experiment 2)	RAT	No	1 min	Not specified	Analogy vs. analogy + cues	Yes	Cue relevance and correctness; problem-solving ability	Yes, in high-ability group in analogy + cues condition	No, no effect size information
1967	Gall & Mendelsohn	RAT	No	2 min	0, 25 min	Nonverbal vs. free associates + cues	Yes		No	Yes, estimated from $p < \text{value}$
1968	Fulgosi & Guilford	Consequences task	No	2 min	0, 10, 20 min	Number series (10 and 20 min)	No		Yes, in 20-min condition	Yes, estimated from $p < \text{value}$ and statement of significance
1969	Dreistadt	Farm & tree planting problems	No	5 min	0, 8 min	Guess card vs. guess card + cues	Yes	In control condition, half the participants received cues	Yes, with cues, farm problem only	Yes
1969	Murray & Denny	Saugstad's ball problem	No	5 min	0, 5 min	Syllogisms, and tracing complex sequences of digits/numbers	No	Problem-solving ability	Yes, in low-ability group	Yes
1972	Fulgosi & Guilford	Consequences Task	No	2 min	0, 30, 60 min	Number series (30 and 60 min)	No		Yes, in 30-min condition	No, no effect size information
1972	Dominowski & Jenrick (Experiment 1)	Hat rack problem	No	5 min	0, 10 min	Free association vs. anagram	Yes	One group received cues throughout	No	Yes, estimated from statement of significance
1972	Dominowski & Jenrick (Experiment 2)	Hat rack problem	No	3 min	0, 3 min	Free association vs. anagram	No	One group received cues; problem-solving ability	No	Yes, estimated from statement of significance
1972	Silveira (Experiment 1)	Necklace problem	No	3 min vs. 13 min	0, 30, 210 min	Read + free activity	No		Yes	Yes
1972	Silveira (Experiment 2)	Necklace problem	No	13 min	0, 210 min	Read + free activity	No		Yes	Yes
1972	Silveira (Experiment 3)	Consequences task	No	2 min	210 min	Read + free activity	No		No	No, no control group
1974	Peterson	Anagram	No	0.33 min	1.8 min	Other anagram	No	Task difficulty	Yes	Yes
1975	Bennett	RAT	No	1 min	10 min	Hear music vs. mathematics problems	No		No	No, no control group
1976	Olton & Johnson	Farm problem	No	10 min	0, 15 min	Rest vs. Stroop + count backward vs. review problem vs. lecture vs. hear music	Yes		No	Yes
1979	Beck	Verbal divergent-thinking task	No	12 min	0, 20, 30 min	Relax vs. write essay	No		Yes, with longer incubation period	Yes
1985	Brockett	Brick task and RAT	No	10 min (brick task), 0.33 min (RAT)	0, 20 min	Questionnaires	No		Yes	Yes
1986	Patrick	RAT	No	2 min	0, 5 min	Conversation vs. mental rotation	No		Yes, in mental rotation condition	Yes, estimated from $p < \text{value}$ and statement of significance
1987	Yaniv & Meyer	Rare-word definition task	No	Not specified	Not specified	Questionnaire	No		Yes	No, no postincubation performance measure
1988	Browne & Cruse (Experiment 2)	Farm problem	No	20 min or 25 min	0, 5 min	Hear music, draw graph, memorize text	Yes		No	Yes

(table continues)

Table 1 (*continued*)

Year	Author	Problem	Misleading cues in problems	Preparation period	Incubation period	Incubation task	Cues during incubation period	Other factors	Incubation effect reported	Included in meta-analysis
1989	Smith & Blankenship (Experiment 1)	Rebus	Misleading or useful cues	0.5 min	0, 5, 15 min	Rest vs. music perception	No	Useful cues presented for second attempt	Yes, 15-min > 5-min incubation and control group	Yes
1989	Smith & Blankenship (Experiment 2)	Rebus	Misleading or useful cues	0.5 min	0, 5, 15 min	Rest vs. music perception	No		Yes, 15- and 5-min incubation > control group	Yes
1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	Rebus	Misleading or useful cues	0.5 min	0, 10, 15 min	Rebus with music perception, mathematics, or rest	No		Yes, no difference among incubation conditions	Yes, estimated from $p < \text{value}$
1989	Smith & Blankenship (Experiment 4)	Rebus	Yes, misleading or useful cues	0.5 min	0, 5 min	Read vs. mathematics	No		Yes, in read story condition	Yes, estimated from $p < \text{value}$ and statement of significance
1990	Dorfman (Experiment 3)	Word puzzle task	No	0.49 min	0, 5, 15 min	Word problems vs. word problems + cues	No		Yes, in both incubation conditions	Yes
1990	Dorfman (Experiment 4)	Word puzzle task	No	0.49 min	0, 3, 8, 13 min	Number series + cues			No	Yes, estimated from statement of significance
1990	Kaplan (Experiment 1)	Consequences task	No	2 min	0, 30 min	Psychometric test battery	No		Yes	Yes
1990	Kaplan (Experiment 2)	Consequences task	No	2 min	0, 32 min	Mathematics + lecture	No		Yes	Yes
1990	Kaplan (Experiment 3)	Consequences task	No	2 min	0, 30 min	Lecture	No		No	Yes, estimated from statement of significance
1990	Kaplan (Experiment 4)	Consequences task	No	4.57 min	28.08 min	Mathematics and insight problems	No		Yes	Yes
1991	Smith & Blankenship (Experiment 1)	RAT	Yes	0.5 min	0, 5 min	Read science fiction	No	Problem-solving ability	Yes, with misleading cues, greater for low-ability participants	Yes
1991	Smith & Blankenship (Experiment 2)	RAT	Yes	1 min	0, 5 min	Read science fiction	No	Problem-solving ability	Yes, with misleading cues	Yes
1991	Smith & Blankenship (Experiment 5)	RAT	Yes	0.5 min	0, 0.5, 2 min	Free association	No	Problem-solving ability	Yes, with misleading cues, less for low-ability participants	Yes, estimated from $p < \text{value}$ and statement of significance
1992	Goldman et al.	Anagram	No	0.25 min	0, 20, 1,440 min	General knowledge + free activity	No		Yes, in 1,440-min condition	Yes
1992	Houtz & Frankel	Life-relevant problem	No	10 min	10 min	Anagram task	No		Yes	Yes
1997	Torrance-Perks (Experiment 1)	Word completion problems	Yes	0.5 min	0, 10 min	Rest + lexical decision vs. rest + lexical decision + cues	Yes		No	Yes
1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	Candle & radiation problems, RAT	Yes, misleading cues	1 min (RAT and candle problem), 5 min (radiation problem)	0, 8 min	Memory (candle); read (radiation); analogy (RAT)	Yes		No	Yes
1998	Hansberry (Experiment 2)	Riddles	Yes	1 min	0, 15 min	RAT	No		No	Yes

(*table continues*)

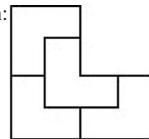
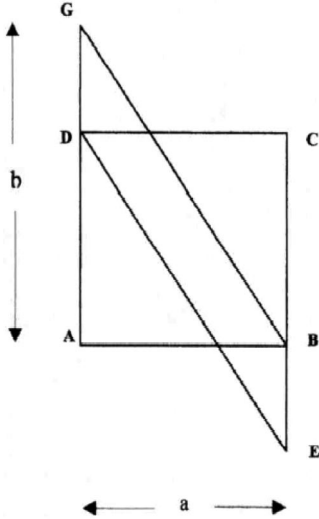
Table 1 (continued)

Year	Author	Problem	Misleading cues in problems	Preparation period	Incubation period	Incubation task	Cues during incubation period	Other factors	Incubation effect reported	Included in meta-analysis
1998	Hansberry (Experiment 3)	RAT	Yes	0.5 min	0, 10 min	RAT	No	Problem-solving ability	No	Yes
1999	Henley (Experiment 3.2)	Anagram	No	0.25 min	0, 1,440 min	Free activity	No		No	Yes, estimated from statement of significance
1999	Henley (Experiment 4)	Anagram	No	0.93 min	0, 1,440 min	Free activity	No		No	Yes, estimated from statement of significance
1999	Jamieson (Experiment 1)	RAT	Yes	0.33 min	0, 5 min	Mathematics	No		No	Yes
1999	Jamieson (Experiment 2)	RAT	Yes	0.33 min	0, 5 min	Mathematics	No		No	Yes
2002	Dodds et al. (Experiment 1)	RAT	No	0.5 min	15 min	Insight problem with: Drawing vs. make a word test vs. make a word test + cues	Yes	Cues (answer, relevant information, or related word)	Yes, when answer or unrelated word presented during incubation	No, no control group
2002	Dodds et al. (Experiment 2)	RAT	No	0.5 min	0, 15 min	Insight problem with: Drawing vs. make a word test vs. make a word test + cues	Yes	Cues (answer, relevant information, or related word)	Yes, when answer presented during incubation	Yes
2002	Medd & Houtz	Creative writing	Yes	10 min	0, 10 min	Unrelated writing task vs. related writing task	No	Prompt to think about problem during incubation	Yes, if working on related task during incubation	Yes, estimated from $p <$ value and statement of significance
2002	Moss	RAT	No	0.5 min	15 min	Verbal reasoning task + cues	Yes	Tasks described as solvable or unsolvable; problem-solving ability	Yes, interaction between ability and problem type	No, no control group
2003	Seabrook & Dienes	Anagram	No	0.25 min	7 min	Word generation tasks	Yes	Cues (irrelevant or relevant)	Yes, in relevant-cue group	Yes, estimated from $p <$ value.
2004	Both et al.	Anagram	No	1.67 min	0, 6 min	Letter search; questionnaire	No		Yes	Yes
2004	Both et al.	Anagram	Yes	1.67 min	0, 6 min	Letter and digit search; questionnaire	Yes		Yes	Yes
2004	Penney et al. (Experiment 1)	Anagram	No	5.75 min	15, 180 min	Word completion + cues vs. inactivity	No		Yes, in 15-min condition	No, no control group
2004	Penney et al. (Experiment 2)	Anagram	No	5.75 min	15, 1,440 min	Word completion + cues vs. inactivity	No		Yes, in 15-min condition	No, no control group
2004	Penney et al. (Experiment 3)	Anagram	No	5.75 min	0, 30, 120 min	Word completion + cues vs. inactivity	No		Yes	Yes
2004	Segal	Insightful mathematic puzzle	No	20 min	0, 4, 12 min	Read vs. word puzzle	No		Yes, with word puzzle	Yes
2004	Snyder et al.	Divergent-thinking task	No	5 min	5 min	Conversation	No		Unknown	No
2005	Christensen & Schunn	Insight puzzle	No	Not specified	Not specified	Analogy or distractor rating task	Yes	Cues (analogous cue or distractor cue)	Yes, in analogous cue condition	No, no control group
2007	Sio & Rudowicz	RAT	Yes	1 min	0, 2 min	Mental rotation task + mathematics task vs. listening to music	No	Chess expertise; cues to chess expertise were related, neutral, or misleading	Yes, experts more sensitive to relevant concepts after incubation	No, no postincubation performance measure
2007	Vul & Pashler (Experiment 1)	Anagram	No	1 min	0, 5 min	Video game	No	Task difficulty	No	Yes
2007	Vul & Pashler (Experiment 2)	RAT	Yes	1 min	0, 5 min	Video game	No	Task difficulty	Yes, in the fixation group	Yes

Note. RAT = remote associates task.

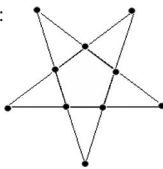
Appendix A

Task Descriptions

Task type	Description	Solution or sample task
Creative problems		
Brick task	Participant has to list all the uses he or she can think of for a brick	
Consequences task	Participant has to list as many consequences of an event as he or she can foresee	Sample task: What would be the results if everyone suddenly lost the ability to read and write?
Creative writing		Sample task: Write about three concrete objects: a Koosch ball, a wooden type of propeller, and a triangular frisbee
Visual insight problems		
Candle problem	Participant has to support a candle on a wall by using some matches and a box of tacks	Solution: Use a tack to attach box to the wall, then drip some wax onto the box and mount the candle on the box
Farm problem	Participant has to divide an L-shaped farm into four parts that have the same size and shape	Solution: 
Hat rack problem	Participant has to construct a stable hat rack by using two boards and a clamp	Solution: Wedge the two boards between the ceiling and the floor, holding them in place with the clamp, with the clamp also serving as a hook
Insightful mathematic problem	Participant has to compute separately the area of the square and that of the parallelogram shown below:	Solution: Restructure the given shape into partially overlapping triangles ABG and ECD. The sum of their area is $2 \times ab/2 = ab$
		
Necklace problem	Participant is given four pieces of chain, each made up of three links; he or she has to join all the pieces by opening and closing only three links	Solution: Open all three links of one chain, and join the other three chains together

(table continues)

Table (continued)

Task type	Description	Solution or sample task
Radiation problem	A patient has an inoperable tumor in the middle of the body. There is a ray at a strong intensity that can destroy the tumor, but the ray also harms the healthy tissue that it travels through. At low intensities, the ray will spare the healthy tissue but will not destroy the tumor. Participant has to think out a way to use the ray to destroy the tumor without damaging healthy tissue.	Solution: Direct multiple low-intensity rays simultaneously toward the tumor from different directions
Saugstad's ball problem	Participant has to transfer steel balls from a drinking glass to a cylinder from a distance of 8 ft by using the following objects: a nail, a pair of pliers, a length of string, a pulley, elastic bands, and a newspaper. The glass sits on a moveable frame.	Solution: Bend the nail into a hook then attach it to the string. Use it to drag back the frame and remove the balls. Transfer balls into the cylinder using a tube constructed of newspaper and elastic band.
Tree problem	Participant has to plant 10 trees in five rows with four trees in each row	Solution:  (The dots represent trees)
Linguistic insight problems Anagram	Participant has to rearrange the scrambled letters to form a new word	Sample task: The scrambled letters are "t s l t i n e," and one possible solution is <i>silent</i>
Remote associates task (RAT)	Three words are presented to the participant, and he or she has to think of a word that can form associations with each one	Sample task: The three stimulus words are <i>blue</i> , <i>cake</i> , and <i>cottage</i> , and one possible solution is the word <i>cheese</i>
Rebus	Participant has to figure out the phrase portrayed by the pictogram	Sample task: The pictogram  The answer is <i>first aid</i>
Riddle		Sample task: A wine bottle is half-filled and corked. How can you drink all of the wine without removing the cork from the bottle? Answer: The cork can be opened by pushing it in.
Word associates task	Six words are presented to the participant; he or she has to think out a word that can form an association with each of them	Sample task: The six stimulus words are <i>school</i> , <i>chair</i> , <i>jump</i> , <i>noon</i> , <i>heels</i> , and <i>wire</i> , and one possible solution is the word <i>high</i>
Word fragment completion task	Participant has to complete a word that has various letters missing	Sample task: The stimulus is "OC _N" and one possible answer is <i>ocean</i>

Appendix B

Information Extracted From Each Independent Study

ID No.	Year	Author	Total <i>N</i>	Problem type ^a	Presence of misleading cues ^b	Preparation period in minutes	Incubation period in minutes	Incubation task type ^c	Presence of relevant cues ^d	Unbiased effect size
1	1967	Gall & Mendelsohn	60	2 (RAT)	0	2	25	2 (nonverbal task)	0	−0.58
2	1967	Gall & Mendelsohn	60	2 (RAT)	0	2	25	2 (associations training)	1	−0.58
3	1968	Fulgosi & Guilford	50	1 (consequences task)	0	2	10	2 (number series task)	0	0
4	1968	Fulgosi & Guilford	49	1 (consequences task)	0	2	20	2 (number series task)	0	0.52
5	1969	Dreistadt	20	1 (farm problem)	0	5	8	1 (guess playing card)	0	0.34
6	1969	Dreistadt	20	1 (farm problem)	0	5	8	1 (guess playing card)	1	1.68
7	1969	Dreistadt	20	1 (tree problem)	0	5	8	1 (guess playing card)	0	0.21
8	1969	Dreistadt	20	1 (tree problem)	0	5	8	1 (guess playing card)	1	2.80
9	1969	Murray & Denny (Experiment 1)	36	1 (Saugstad's ball problem, low ability group)	0	5	5	2 (multiple choice syllogisms and traced sequences of numbers and letters)	0	0.62
10	1969	Murray & Denny (Experiment 2)	36	1 (Saugstad's ball problem, high ability group)	0	5	5	2 (multiple choice syllogisms and traced sequences of numbers and letters)	0	−0.59
11	1972	Dominowski & Jenrick	27	1 (hat rack problem)		5	10	2 (free association)	0	0
12	1972	Dominowski & Jenrick	30	1 (hat rack problem)		3	3	2 (free association)	0	0
13	1972	Silveira (Experiment 1)	18	1 (necklace problem)	0	3	30	1 (read book)	0	0.11
14	1972	Silveira (Experiment 1)	18	1 (necklace problem)	0	3	210	1 (read book for 30 min and free activity for 3 hr)	0	0.06
15	1972	Silveira (Experiment 1)	18	1 (necklace problem)	0	13	30	1 (read book)	0	0.17
16	1972	Silveira (Experiment 1)	18	1 (necklace problem)	0	13	210	1 (read book for 30 min and free activity for 3 hr)	0	0.42
17	1972	Silveira (Experiment 2)	32	1 (necklace problem)	0	13	210	1 (read book for 30 min and free activity for 3 hr)	0	0.44
18	1974	Peterson	24	1 (anagram)		0.33	1.8	Anagram	1	0.65
19	1976	Olton & Johnson	21	1 (farm problem)	0	10	15	0 (rest)	0	0.10
20	1976	Olton & Johnson	21	1 (farm problem)	0	10	15	2 (Stroop test + counting backward)	0	0.11
21	1976	Olton & Johnson	21	1 (farm problem)	0	10	15	2 (review the problem)	1	0.10
22	1976	Olton & Johnson	21	1 (farm problem)	0	10	15	2 (have lecture)	1	0
23	1976	Olton & Johnson	20	1 (farm problem)	0	10	15	0 (listen to music)	0	−0.10
24	1976	Olton & Johnson	20	1 (farm problem)	0	10	15	0 (rest)	1	0.10
25	1976	Olton & Johnson	20	1 (farm problem)	0	10	15	2 (have lecture)	1	−0.03
26	1979	Beck	60	0 (verbal divergent-thinking task)	0	12	20	0 (relax)	0	2.19
27	1979	Beck	60	0 (verbal divergent-thinking task)	0	12	30	2 (write essay)	0	1.07
28	1979	Beck	60	0 (verbal divergent-thinking task)	0	12	20	0 (relax)	0	4.07
29	1979	Beck	60	0 (verbal divergent-thinking task)	0	12	30	2 (write essay)	0	4.04
30	1985	Brockett	30	0 (brick task)	0	10	20	2 (questionnaire)	0	0.42
31	1985	Brockett	30	2 (RAT)	0	0.33	20	2 (questionnaire)	0	0.37
32	1986	Patrick	30	2 (RAT)	0	2	5	2 (conversation)	0	0
33	1986	Patrick	30	2 (RAT)	0	2	5	2 (mental rotation task)	0	0.66
34	1988	Browne & Cruse (Experiment 2)	60	1 (farm problem)	0	20	5	0 (listen to music)	0	0.47
35	1988	Browne & Cruse (Experiment 2)	53	1 (farm problem)	0	20	5	1 (graph drawing)	1	0.24

(table continues)

Table (continued)

ID No.	Year	Author	Total <i>N</i>	Problem type ^a	Presence of misleading cues ^b	Preparation period in minutes	Incubation period in minutes	Incubation task type ^c	Presence of relevant cues ^d	Unbiased effect size
36	1988	Browne & Cruse (Experiment 2)	55	1 (farm problem)	0	20	5	2 (memory test)	0	−0.18
37	1989	Smith & Blankenship (Experiment 1)	26	2 (rebus)	1	0.5	5	0 (rest)	0	0.45
38	1989	Smith & Blankenship (Experiment 1)	26	2 (rebus)	1	0.5	5	2 (music perception task)	0	0.48
39	1989	Smith & Blankenship (Experiment 1)	26	2 (rebus)	1	0.5	15	0 (rest)	0	0.49
40	1989	Smith & Blankenship (Experiment 1)	26	2 (rebus)	1	0.5	15	2 (music perception task)	0	0.50
41	1989	Smith & Blankenship (Experiment 2)	25	2 (rebus)	1	0.5	5	0 (rest)	1	0.05
42	1989	Smith & Blankenship (Experiment 2)	25	2 (rebus)	1	0.5	5	2 (music perception task)	1	0.05
43	1989	Smith & Blankenship (Experiment 2)	25	2 (rebus)	1	0.5	15	0 (rest)	1	0.40
44	1989	Smith & Blankenship (Experiment 2)	25	2 (rebus)	1	0.5	15	2 (music perception task)	1	0.40
45	1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	29	2 (rebus)	1	0.5	10	2 (rebus)	1	0.56
46	1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	29	2 (rebus)	1	0.5	15	0 (rebus + rest)	1	0.56
47	1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	29	2 (rebus)	1	0.5	15	2 (rebus + math)	1	0.56
48	1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	29	2 (rebus)	1	0.5	15	0 (rebus + music)	1	0.56
49	1989	Smith & Blankenship (Experiment 3)	29	2 (rebus)	1	0.5	15	2 (rebus)	1	0.56
50	1989	Smith & Blankenship (Experiment 4)	49	2 (rebus)	1	0.5	5	1 (read story)	0	0
51	1989	Smith & Blankenship (Experiment 4)	49	2 (rebus)	1	0.5	5	2 (math task)	0	0.49
52	1990	Dorfman (Experiment 3)	15	2 (word associate task)	0	0.49	15	2 (number series task)	0	0
53	1990	Dorfman (Experiment 3)	15	2 (word associate task)	0	0.49	5	2 (number series task)	0	1.07
54	1990	Dorfman (Experiment 4)	27	2 (word associate task)	0	0.49	3	2 (number series task)	0	0
55	1990	Dorfman (Experiment 4)	27	2 (word associate task)	0	0.49	8	2 (number series task)	0	0
56	1990	Dorfman (Experiment 4)	26	2 (word associate task)	0	0.49	13	2 (number series task)	0	0
57	1990	Kaplan (Experiment 1)	278	0 (consequences task)	0	2	30	2 (psychometric test battery)	0	0.06
58	1990	Kaplan (Experiment 2)	64	0 (consequences task)	0	2	32	2 (division problem)	0	0.71
59	1990	Kaplan (Experiment 3)	36	0 (consequences task)	0	2	30	2 (lecture)	0	0
60	1990	Kaplan (Experiment 4)	20	0 (consequences task)	0	4.57	28.08	2 (division and insight problem)	0	1.08
61	1991	Smith & Blankenship (Experiment 1)	18	2 (RAT)	1	0.5	5	1 (read science fiction)	0	1.70
62	1991	Smith & Blankenship (Experiment 1)	21	2 (RAT)	0	0.5	5	1 (read science fiction)	0	0.64
63	1991	Smith & Blankenship (Experiment 2)	30	2 (RAT)	0	1	5	1 (read science fiction)	0	0.36
64	1991	Smith & Blankenship (Experiment 2)	30	2 (RAT)	1	1	5	1 (read science fiction)	0	0.72
65	1991	Smith & Blankenship (Experiment 5)	16	2 (RAT)	0	0.5	2	2 (free associations task)	0	0
66	1991	Smith & Blankenship (Experiment 5)	18	2 (RAT)	0	0.5	0.5	2 (free associations task)	0	0
67	1991	Smith & Blankenship (Experiment 5)	17	2 (RAT)	1	0.5	0.5	2 (free associations task)	0	0.99

(table continues)

Table (continued)

ID No.	Year	Author	Total <i>N</i>	Problem type ^a	Presence of misleading cues ^b	Preparation period in minutes	Incubation period in minutes	Incubation task type ^c	Presence of relevant cues ^d	Unbiased effect size
68	1991	Smith & Blankenship (Experiment 5)	18	2 (RAT)	1	0.5	2	2 (free associations task)	0	0.99
69	1992	Goldman et al.	36	2 (anagram)	0	0.25	20	2 (general knowledge questionnaire)	0	0.13
70	1992	Goldman et al.	36	2 (anagram)	0	0.25	1,440	2 (general knowledge questionnaire + free activity)	0	0.66
71	1992	Houtz & Frankel	105	1 (creative writing)	0	10	10	1 (anagram)	0	0.03
72	1997	Torrance-Perks (Experiment 1)	15	2 (word fragment completion)	0	0.5	10	0 (rest + lexical decision test)	0	−0.38
73	1997	Torrance-Perks (Experiment 1)	15	2 (word fragment completion task)	0	0.5	10	0 (rest + lexical decision test)	1	−0.41
74	1997	Torrance-Perks (Experiment 1)	15	2 (word fragment completion)	1	0.5	10	0 (rest + lexical decision test)	0	0.14
75	1997	Torrance-Perks (Experiment 1)	15	2 (word fragment completion)	1	0.5	10	0 (rest + lexical decision test)	1	0.07
76	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	8	1 (candle problem)	0	1	8	2 (memory test: cues presented as one of the stimuli)	1	0.17
77	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	8	1 (candle problem)	0	1	8	2 (memory test)	0	−0.71
78	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	8	1 (radiation problem)	0	5	8	1 (read story: analogy to the problem)	1	0.41
79	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	8	1 (radiation problem)	0	5	8	1 (read unrelated story)	0	0
80	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	8	2 (RAT)	0	1	8	2 (analogy: have the same solution as the unsolved RAT)	1	0.15
81	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	2 (RAT)	0	1	8	2 (neutral analogy)	0	0.14
82	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	1 (candle problem)	1	1	8	2 (memory test: cue presented a one of the stimuli)	1	0.56
83	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	1 (candle problem)	1	1	8	2 (memory test)	0	−0.33
84	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	1 (radiation problem)	1	5	8	1 (read story: analogy to the problem)	1	0.52
85	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	1 (radiation problem)	1	5	8	1 (read unrelated story)	0	0
86	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	2 (RAT)	1	1	8	2 (analogy: have the same solution as the unsolved RAT)	1	0.14
87	1997	Torrance-Perks (Experiment 2)	7	2 (RAT)	1	1	8	2 (neutral analogy)	0	0.28
88	1998	Hansberry (Experiment 2)	32	2 (riddle)	0	1	15	2 (RAT)	0	0.66
89	1998	Hansberry (Experiment 3)	20	2 (RAT)	0	0.5	10	2 (RAT)	0	0.04
90	1998	Hansberry (Experiment 3)	20	2 (RAT)	1	0.5	10	2 (RAT)	0	0.28
91	1999	Henley (Experiment 3.2) ^e	48	2 (anagram)	0	0.25	1,440	1 (free activity)	0	0
92	1999	Henley (Experiment 4) ^e	26	2 (anagram)	0	0.93	1,440	1 (free activity)	0	0
93	1999	Jamieson (Experiment 1)	52	2 (RAT)	0	0.33	5	2 (math problem)	0	0
94	1999	Jamieson (Experiment 2)	52	2 (RAT)	0	0.33	5	2 (math problem)	0	0.10
95	2002	Dodds et al. (Experiment 2)	45	2 (RAT)	0	0.5	0.5	2 (insight problem + make a word task)	2	0.31
96	2002	Dodds et al. (Experiment 2)	45	2 (RAT)	0	0.5	0.5	2 (insight problem + make a word task)	1	−0.14
97	2002	Dodds et al. (Experiment 2)	42	2 (RAT)	0	0.5	0.5	2 (insight problem + make a word task)	0	0.10

(table continues)

Table (continued)

ID No.	Year	Author	Total <i>N</i>	Problem type ^a	Presence of misleading cues ^b	Preparation period in minutes	Incubation period in minutes	Incubation task type ^c	Presence of relevant cues ^d	Unbiased effect size
98	2002	Dodds et al. (Experiment 2)	70	2 (RAT)	0	0.5	0.5	2 (insight problem + drawing test)	0	0
99	2002	Medd & Houtz	15	1 (creative writing)	0	10	10	2 (writing)	1	1.05
100	2002	Medd & Houtz	15	1 (creative writing)	0	10	10	2 (writing)	0	0
101	2003	Seabrook & Dienes ^e	60	2 (anagram)	0	0.25	7	2 (word generation)	1	0.74
102	2004	Both et al.	98	2 (anagram)	0	1.67	6	2 (search letter and answer questionnaire)	0	0.48
103	2004	Both et al.	82	2 (anagram)	0	1.67	6	2 (search letter and answer questionnaire)	0	0.09
104	2004	Penney et al. (Experiment 3)	9	2 (anagram)	0	5.75	30	1 (free activity)	1	0.74
105	2004	Penney et al. (Experiment 3)	9	2 (anagram)	0	5.75	120	1 (free activity)	1	1.05
106	2004	Penney et al. (Experiment 3)	9	2 (anagram)	0	5.75	30	1 (free activity)	0	0.62
107	2004	Penney et al. (Experiment 3)	9	2 (anagram)	0	5.75	120	1 (free activity)	0	0.70
108	2004	Segal	20	1 (insightful mathematic problem)	0	20	4	1 (read paper)	0	1.17
109	2004	Segal	21	1 (insightful mathematic problem)	0	20	12	1 (read paper)	0	1.09
110	2004	Segal	20	1 (insightful mathematic problem)	0	20	4	2 (word puzzle)	0	0.90
111	2004	Segal	23	1 (insightful mathematic problem)	0	20	12	2 (word puzzle)	0	0.57
112	2007	Vul & Pashler (Experiment 1)	14	2 (anagram)	0	1	5	2 (video game)	0	−0.17
113	2007	Vul & Pashler (Experiment 1)	14	2 (anagram)	0	1	5	2 (video game)	0	−0.35
114	2007	Vul & Pashler (Experiment 1)	14	2 (anagram)	0	1	5	2 (video game)	0	0.36
115	2007	Vul & Pashler (Experiment 1)	14	2 (anagram)	0	1	5	2 (video game)	0	0.25
116	2007	Vul & Pashler (Experiment 2)	25	2 (RAT)	0	1	5	2 (video game)	0	0.86
117	2007	Vul & Pashler (Experiment 2)	25	2 (RAT)	1	1	5	2 (video game)	0	−0.14

Note. RAT = remote associates task.
^a0 = *creative problem*; 1 = *visual problem*; 2 = *linguistic problem*. ^b0 = *no*; 1 = *yes, embedded in problem*. ^c0 = *rest*; 1 = *low cognitive demand task*; 2 = *high cognitive demand task*. ^d0 = *no*; 1 = *yes*. ^eStudy had a within-subject design: An individual was in both incubation and control conditions; the weighting formula would not apply to this study, hence, it would be excluded from the regression analyses.

Appendix C

Description of the Regression Model for All Studies—Interactions

The regression model describing the interaction effect of nature of problem and incubation task on the weighted unbiased effect size estimate included the multiplicative terms between nature of problem (visual [V], linguistic [Li], creative [C]) and incubation task (high cognitive demand [H], low cognitive demand [L], rest [R]) as predictors. The regression model is specified as follows:

$$Y_j = \mathbf{a_jX_j} + b_1Li_jH_j + b_2Li_jL_j + b_3Li_jR_j + b_4V_jH_j + b_5V_jL_j + b_6V_jR_j + b_7C_jH_j + b_8C_jL_j + b_9C_jR_j + k_j,$$

where Y_j is the weighted unbiased effect size estimation of the study j and $\mathbf{X_j}$ is a vector of other categorical and explanatory variables (misleading cues, cue, preparation period, and incu-

bation period) of that study. $\mathbf{a}_j$ is the corresponding vector of coefficients. b_1 to b_9 are the coefficients of the multiplicative terms, and k_j is the error term. The dummy variables R_j and C_j are eliminated through substituting equations $Li_j + V_j + C_j = 1$ and $R_j + L_j + H_j = 1$ into the model. The transformed regression model is as follows:

$$\begin{aligned}
 Y_j = & \mathbf{a}_j\mathbf{X}_j + (b_3 - b_9)Li_j + (b_6 - b_9)V_j + (b_7 - b_9)H_j \\
 & + (b_8 - b_9)L_j + (b_1 - b_7 - b_3 + b_9)Li_jH_j \\
 & + (b_2 - b_8 - b_3 + b_9)Li_jL_j + (b_4 - b_7 - b_6 + b_9)V_jH_j \\
 & + (b_5 - b_8 - b_6 + b_9)V_jL_j.
 \end{aligned}$$

A regression analysis was carried out to find out the coefficient of each variable in the transformed model. To examine the inter-

action effect of nature of the problem and incubation task, we compared the difference between coefficients' multiplicative terms in the original model. For example, the coefficients of the compound dummies V_jR_j and C_jR_j were compared to check if an incubation period filled with low cognitive demand tasks would improve performance on visual problems more than on divergent thinking tasks. A comparison between the original and the transformed model indicated that the coefficient of each variable in the transformed model was actually the combination of the coefficients in the original model. The difference in the coefficients between the compound dummies in the original model could be found by reinterpreting the coefficient in the transformed model. Table C1 displays a list of coefficient differences between compound dummies in the original model and the equivalent combination of the coefficients in the transformed model.

Table C1

The Regression Coefficients in the Original and Transformed Regression Models	
Coefficient difference between compound dummies in the original regression model	Combination of coefficients in the regression analysis
$Li_jH_j - Li_jR_j$	$Li_jH_j + H_j$
$Li_jL_j - Li_jR_j$	$Li_jL_j + L_j$
$V_jH_j - V_jR_j$	$V_jH_j + H_j$
$V_jL_j - V_jR_j$	$V_jL_j + L_j$
$C_jH_j - C_jR_j$	H_j
$C_jL_j - C_jR_j$	L_j
$V_jH_j - C_jH_j$	$V_jH_j + V_j$
$Li_jH_j - C_jH_j$	$Li_jH_j + Li_j$
$V_jL_j - C_jL_j$	$V_jL_j + V_j$
$Li_jL_j - C_jL_j$	$Li_jL_j + Li_j$
$V_jR_j - C_jR_j$	V_j
$Li_jR_j - C_jR_j$	Li_j

Note. Li = linguistic problem; H = high cognitive demand task; R = rest; L = low cognitive demand task; V = visual problem; C = creative problem; j = study j .

Appendix D

Description of the Regression Model for Studies Excluding Creative Problem

The third regression model describing the interaction effect of nature of problem and incubation task on the weighted unbiased effect size estimate included the multiplicative terms between nature of problem (visual [V], linguistic [Li]) and incubation task (high cognitive demand [H], low cognitive demand [L], rest [R]) as predictors. The regression model is specified as follows:

$$\begin{aligned}
 Y_j = & \mathbf{a}_j\mathbf{X}_j + b_1Li_jH_j + b_2Li_jL_j + b_3Li_jR_j + b_4V_jH_j + b_5V_jL_j \\
 & + b_6V_jR_j + k_j,
 \end{aligned}$$

where Y_j is the weighted unbiased effect size estimation of the study j , and $\mathbf{X}_j$ is a vector of other categorical and explanatory

variables (misleading cues, cue, preparation period, and incubation period) of that study. $\mathbf{a}_j$ is the corresponding vector of coefficients. b_1 to b_9 are the coefficients of the multiplicative terms, and k_j is the error term. The dummy variables Li and R_j were eliminated through substituting equations $Li_j + V_j = 1$ and $R_j + L_j + H_j = 1$ into the model. The transformed regression model is as follows:

$$\begin{aligned}
 Y_j = & \mathbf{a}_j\mathbf{X}_j + (b_6 - b_3)V_j + (b_1 - b_3)H_j + (b_2 - b_3)L_j \\
 & + (b_3 - b_1 - b_6 + b_4)V_jH_j + (b_5 - b_2 - b_6 + b_3)V_jL_j.
 \end{aligned}$$

A regression analysis was carried out to find out the coefficient of each variable in the transformed model. To examine the

interaction effect of nature of the problem and incubation task, we compared the difference between coefficients' multiplicative terms in the original model. For example, the coefficients of the compound dummy variables V_jR_j and Li_jR_j were compared to check if an incubation period filled with low cognitive demand tasks would improve performance on visual problems more than on linguistic insight tasks. A comparison between the original and the transformed models indicated that the coefficient of each variable in the transformed model was actually the combination of the coefficients in the original model. The difference in the coefficients between the compound dummies in the original model could be found by reinterpreting the coefficient in the transformed model. Table D1 displays a list of coefficient differences between compound dummies in the original model and the equivalent combination of the coefficients in the transformed model.

cient of each variable in the transformed model was actually the combination of the coefficients in the original model. The difference in the coefficients between the compound dummies in the original model could be found by reinterpreting the coefficient in the transformed model. Table D1 displays a list of coefficient differences between compound dummies in the original model and the equivalent combination of the coefficients in the transformed model.

Table D1

The Regression Coefficients in the Original and Transformed Regression Models

Coefficient difference between compound dummies in the original regression model

Combination of coefficients in the regression analysis

$Li_jH_{jj}-Li_jR_{jj}$	H_j
$Li_jL_{jj}-Li_jR_{jj}$	L_j
$Li_jL_{jj}-Li_jH_{jj}$	L_j-H_j
$V_jH_{jj}-V_jR_{jj}$	$V_jH_{jj}+H_j$
$V_jL_{jj}-V_jR_{jj}$	$V_jL_{jj}+L_j$
$V_jL_{jj}-V_jH_{jj}$	$V_jL_{jj}+L_j-V_jH_{jj}-H_j$
$Li_jH_{jj}-V_jH_{jj}$	$V_jH_{jj}+V_j$
$Li_jL_{jj}-V_jL_{jj}$	$V_jL_{jj}+V_j$
$Li_jR_{jj}-V_jR_{jj}$	V_j

Note. Li = linguistic problem; H = high cognitive demand task; R = rest; L = low cognitive demand task; V = visual problem; C = creative problem; j = study j .

Received December 11, 2007
Revision received August 13, 2008
Accepted August 14, 2008 ■

UNITED STATES POSTAL SERVICE® Statement of Ownership, Management, and Circulation
(All Periodicals Publications Except Requester Publications)

1. Publication Title Psychology Bulletin	2. Publication Number 9 3 1 1 4 0	3. Filing Date October 2008
4. Issue Frequency Bimonthly	5. Number of Issues Published Annually 6	6. Annual Subscription Price Inst \$600
7. Complete Mailing Address of Known Office of Publication (Do not print) (Street, city, county, state, and ZIP+4®)		8. Contact Person Barbara Spruiell Telephone (include area code) 202 336-5578
750 First Street, N.E., Washington, D.C. 20002-4242		
8. Complete Mailing Address of Headquarters or General Business Office of Publisher (Do not print)		
750 First Street, N.E., Washington, D.C. 20002-4242		
9. Full Names and Complete Mailing Addresses of Publisher, Editor, and Managing Editor (Do not leave blank)		
Publisher (Name and complete mailing address) American Psychological Association 750 First Street, N.E. Washington, D.C. 20002-4242 Editor (Name and complete mailing address) Harris R. Cooper Duke University Box 90739, Durham, N.C. 27708-0739 Managing Editor (Name and complete mailing address) Susan J.A. Harris American Psychological Association 750 First Street, N.E., Washington, D.C. 20002-4242		
10. Owner (Do not leave blank. If the publication is owned by a corporation, give the name and address of the corporation immediately followed by the names and addresses of all individuals owning or holding 1 percent or more of the total amount of stock. If not owned by a corporation, give the names and addresses of the individual owners. If owned by a partnership or other unincorporated firm, give its name and address as well as those of each individual owner. If the publication is published by a nonprofit organization, give its name and address.)		
Full Name	Complete Mailing Address	
American Psychological Association	750 First Street, N.E.	
	Washington, D.C. 20002-4242	
11. Known Bondholders, Mortgagees, and Other Security Holders Owning or Holding 1 Percent or More of Total Amount of Bonds, Mortgages, or Other Securities. If none, check box ☒ None		
Full Name	Complete Mailing Address	
None		
12. Tax Status (For completion by nonprofit organizations authorized to mail at nonprofit rates) (Check one) The purpose, function, and nonprofit status of this organization and the exempt status for federal income tax purposes: ☒ Has Not Changed During Preceding 12 Months ☐ Has Changed During Preceding 12 Months (Publisher must submit explanation of change with this statement)		

13. Publication Title Psychological Bulletin	14. Issue Date for Circulation Data Below July 2008	
15. Extent and Nature of Circulation	Average No. Copies Each Issue During Preceding 12 Months	No. Copies of Single Issue Published Nearest to Filing Date
a. Total Number of Copies (Net press run)	3125	3200
(1) Mailed Outside-County Paid Subscriptions Stated on PS Form 3541 (Include paid distribution above nominal rate, advertiser's proof copies, and exchange copies)	2149	2262
b. Paid Circulation (By Mail and Outside the Mail)		
(2) Mailed to County Paid Subscriptions Stated on PS Form 3541 (Include paid distribution above nominal rate, advertiser's proof copies, and exchange copies)		
(3) Paid Distribution Outside the Mails Including Sales Through Dealers and Carriers, Street Vendors, Counter Sales, and Other Paid Distribution Outside USPS®	607	635
(4) Paid Distribution by Other Classes of Mail Through the USPS (e.g. First-Class Mail®)		
c. Total Paid Distribution (Sum of 15b (1), (2), (3), and (4))	2756	2897
d. Free or Nominal Rate Distribution (By Mail and Outside the Mail)		
(1) Free or Nominal Rate Outside-County Copies Included on PS Form 3541		
(2) Free or Nominal Rate to-County Copies Included on PS Form 3541		
(3) Free or Nominal Rate Copies Mailed at Other Classes Through the USPS (e.g. First-Class Mail)		
(4) Free or Nominal Rate Distribution Outside the Mail (Carriers or other means)	221	224
e. Total Free or Nominal Rate Distribution (Sum of 15d (1), (2), (3), and (4))	221	224
f. Total Distribution (Sum of 15c and 15e)	2977	3121
g. Copies not Distributed (See Instructions to Publishers #4 (page #3))	148	79
h. Total (Sum of 15f and g)	3125	3200
i. Percent Paid (15c divided by 15f times 100)	93%	93%
16. Publication of Statement of Ownership ☒ If the publication is a general publication, publication of this statement is required. Will be printed in the <u>January 2009</u> issue of this publication. ☐ Publication not required.		
17. Signature and Title of Editor, Publisher, Business Manager, or Owner Barbara Spruiell Dir. Service Center Operations		Date 10/6/08