

BSCS教材測驗設計

—本中心生物教育研究室—

在科學教育中，無論是什麼教材或題材，「測驗」對於學習目標及學習過程上言，均具有極其重要的地位。測驗，跟著測驗而來的結果就是「評分」。學生常常就除了將評分當做其努力的「報酬」外，似乎不認為有其他任何的價值。儘管教師有多麼崇高的教育方針或目標，學生所關心者，莫非就是「考什麼？」，在這種情形之下，教師只把「課本裡怎麼寫的？」或「在課堂上怎麼說的？」做為測驗命題的重點，學生就只須死背了。於是，教師的「可敬佩的期望」，只有「落空」的份兒。

請看看下面這兩個例子：

例1 下列各綱中，不屬於軟體動物的是——

- A. Pelecypoda (斧足動物)
- B. Cephalopoda (頭足動物)
- C. Arthropoda (節肢動物)
- D. Gastropoda (腹足動物)
- E. Amphineura (板殼動物)

例2 下列各物質中，那一個是胰臟所分泌的激素？

- A. Trypsin B. Amylase
- C. Insulin D. Erepsin
- E. Pepsin

這些問題，只能測定其強記，對專有名詞的死背而已。假如，測驗命題的內容能符合教學目標，測驗的結果反映教學的成果和教學的目的，

那麼這測驗將能引導學生往正確的方向去努力。

一、BSCS教材的測驗與其教學目標

「我們期望學生學到什麼？」BSCS的教材要求學生，以探討的態度去研究生命的科學。換句話說：要讓學生認清「生命科學的本質，就是探討」。BSCS教材有兩個目標交織編輯在整個教材，明顯地刻劃出學生在BSCS教材中，應該努力的方向。這兩個目標就是：

1. 教材內容：以適合高中學生之最新生物科學概念為主體，使學生了解生命科學概念的來源、內容以及運用價值。

2. 科學的方法：訓練學生認識「探討科學」的方法，並發展其所需之各項技術及能力。

任何類型的測驗，都不過是一種教學效果的「取樣測驗」。所以我們不能期望這些測驗能包含一切需要考核的範圍，毋寧說，我們所需要考慮的，倒是這些「取樣」是否真正能「代表」我們的測驗對象？因此，良好的「測驗」應該考慮到是否已包括上述的兩項「教學目標」。如果，測驗只偏重於「教材內容」而忽略「科學方法」，則就可說是不適合的，因為它並不能代表全部的教學目標。

再說「教材內容」的測驗。如果，僅測驗其「重述知識」的能力，這很難說符合教學目標，我們要求學生活用其所習的知識，真正合理的測

驗實應超越其「記憶的考驗」，而需要更進一步地測驗其應用能力才對。

二、BSCS 教材的四項教學及測驗目標

爲使測驗的結果是否能反映應有的教學效果，首先要確定「究竟我們要考學生的那幾項能力（或成就）？」。

BSCS 教材要求學生能獲得下面四項能力：

I. 記憶所習各項知識並重組已習教材的能力（The ability to recall information and to make minor reorganizations of materials learned.）：

這項能力是較普通的，學生大都均能自習。但宜注意，這一類型的題目，不宜佔很多分量。

II. 指出「在不同時間與不同事物中，學習所得知識之間的關係，或「不同課題間之關聯」的能力（Ability to show relations between different bodies of knowledge learned at different times or in connection with different topics.）：

「生命體是有機的整體」這是生命體最特出的幾個特性之一，生命體的各部門，體制等級以及其活動之間，都有其密切而不可分割的關聯。因此除了知道有關葡萄糖分子的構造、植物對於光或水的反應等知識外，我們還要讓學生了解這些事物之間的關係。

III. 對所習教材能了解，並具有應用於新情況的能力。（Understanding of materials learned as demonstrated by ability to apply knowledge in new situations.）：

在某種意義上來說，這四項測驗目標，除了第一項（記憶的測驗）以外，都可以說是屬於學理解力的測驗。然而，測驗學生是否具有運用其所得知識的能力，則更爲重要。單純記憶的測驗，沒有什麼意義。一個錄音器能夠反覆不斷，

永遠一字不差地重述其所錄的一切。但，誰能說錄音器「了解」所「講」的東西？

本項所指的應用能力又可分爲如下的兩種：

A. 應用於非計量性知識的能力。

B. 應用於計量性事物的能力。

IV. 具有運用各項爲「探討科學問題」所必須之技巧的能力。（Ability to use skills involved in an understanding of scientific problems.）：

這項能力，可以說是上列三項能力的另一面。上述三者不外乎是知識的記憶、組織以及運用。但，這第四項目標，則爲知識的綜合應用。也就是測驗學生是否具有「從事科學研究」的能力。

三、BSCS 教材的各種測驗範題

I. 關於「記憶」及「重組」能力的測驗：

A. 單純的記憶：

〔例題〕

1. 試列舉細胞有絲分裂各期的名稱。
2. 爲什麼蝙蝠應歸屬哺乳類而非鳥類？
3. 丙胺酸（Alanine）分子，由那些原子構成？各有幾個原子？
4. 如何確定化石年代？
5. 下列各項敘述中，那一項同時適合於海洋生物圈及草原生物圈？

a. 光合作用所需 CO_2 之量，隨溫度變化變動甚大。

b. 光能透過那些光合作用的生物所居住的各層次，而達到500呎的深度。

c. 初級或次級消費者的體型可能都較大。

d. 大部分生產者的體型都很微小，且要用顯微鏡才能看見。

e. 壓力可能高達每平方吋1000磅。

B. 重組已習教材的能力：

〔例題〕

1. 「典型的族群」具有那些「生物個體」

所沒有的特徵？

2. 立克次氏體 (rickettsiae) 具有那些和濾過性毒 (virus) 相似的特點？

3. 人爲淘汰與自然淘汰 (人擇與天擇) 有何異同？

4. 下列各組生物中，那一組最適合乾燥、溫暖、日光充足而沙質土壤的環境？

- 石松與馬陸
- 真菌與昆蟲
- 草本植物與爬蟲類
- 松葉蘭與頭足動物
- 槐葉麻黃與爬蟲類

5. 爲什麼任何化合物內都不含氮元素？

6. 爲什麼濾過性毒不能視作真正的生物？試列舉其非生命體的特點。

7. 常常有許多生物很難判斷其究竟屬於動物抑或植物，爲什麼？

II. 指出已習各項知識間之關聯的能力：

下列各例題中，有二題使用「重要性」一語。這種問法很適合於此項能力之測驗。但應注意，必須指定具體而適當的範圍以供學生作答。譬如，「生物的性別有何重要性？」——這個問題未免太大了，用這個題目，科學家可以寫一部巨著。學生實在不知從何答起。如果我們稍予指定具體的範圍，譬如：「生物的性別在提供天擇之原料方面有何重要性？」這樣學生就可得到具體而適當的答覆範圍了。

〔例題〕

1. 細胞有絲分裂對於個別細胞之生命的延續有何重要性？

2. 細胞有絲分裂對於多細胞生物的生長有那些重要性？

3. 試列舉人類改造環境建設都市的幾種方法。

4. 試列舉幾個事實以說明真菌對於人類生活的重要性。

III. 將所學各項知識運用於新情況的能力：

這項能力的測驗尤爲重要，因此下面所舉之例題也較多。

A. 非計量性知識之運用能力：

〔例題〕

1. 我們相信那些複雜的高分子化合物，是在地球早期海洋的所謂「熱的稀薄液“ hot thin soup ”」裡形成。由於這些分子的相互作用，遂形成更大的聚集體 (aggregates)，慢慢地表現出生命的特性。試問，如何去確定那些無生命的物質，在什麼時間轉變爲有生命體？

2. 見封底裏有六種動物，需要我們試行決定其適當的分類依據。有人已就不同的分類依據，做出下表所示的四種分類，且均將此六種動物分爲兩組。

分類	A 組	B 組
1	I, II, III, V	IV, VI
2	I, II, III	IV, V, VI
3	I	II, III, IV, V, VI
4	II, III	I, IV, V, VI

(a) 我們有下列幾種分類依據：

- 具鰓或肺
- 附肢是否成對
- 是否被有鱗片
- 卵生或胎生
- 恒溫或變溫

(1) 上述分類依據中，孰爲分類1的分類基礎？

(2) 上述分類依據中，孰爲分類2的分類基礎？

(3) 上述分類依據中，孰爲分類3的分類基礎？

(4) 上述分類依據中，孰爲分類4的分類基礎？

(b) 生物學家將這六種動物，依 I、II、

V、VI、IV 的順序排下來，你認為他是根據什麼原則才這樣排列下來的呢？

- (1) 根據鱗片之被覆情形
- (2) 根據附肢的數目
- (3) 依照食鏈中的等級
- (4) 自然狀態中運動的速度
- (5) 為適應陸上行走而附肢演化的程度

3. 下列各題均為有關於某種呼吸器的疾病，此病可使一些動物的肺內膜變厚。

(a) 由于這種疾病，動物可能發生的後果為——

- (1) 麥芽糖起發酵
- (2) 合成脂肪
- (3) 生成開放性循環系
- (4) 代謝作用減慢
- (5) 代謝作用增快

(b) 下列那一種物質增多，即可使症狀減輕？

- (1) 血小板
- (2) 紅血球
- (3) 白血球
- (4) 酶
- (5) Rh 因子

(c) 為救治此病的男性患者，醫生決定輸血。經檢驗後，知道病人的血型為A。但找不到A型的供血者。為爭取時效，應以何種血型為其適當的供血者？

- (1) AB型
- (2) B型
- (3) O型
- (4) AB或B型均可
- (5) AB、B或O型均可

(d) 假定輸血的結果，不幸產生了惡劣的嚴重反應。你認為其原因可能是——

- (1) 供血者為女性。
- (2) 供血者與受血者不屬於同一人種。

(3) 供血者的血液中，白血球太多。

(4) 受血者的血型在驗血以後突然變化了。

(5) 雖然血型適合，但有其他不相容的血液因子。

(e) 假如，受血者幸獲慶生，這些由于輸血所產生的有害物質，可以經過腎臟而由什麼作用排出體外？

- (1) 同化作用
- (2) 濾過作用
- (3) 滲透作用
- (4) 再吸收作用
- (5) 呼吸作用

4. 有關演化的研究問題。

(a) 廣汎研讀權威性文獻後，生物學家認為下列各項敘述均可支持演化的理論，除了——

- (1) 各種哺乳類的胚胎初期均具有鰓裂。
- (2) 化石生物與現存生物有差異。
- (3) 有些動物體內具有毫無機能的器官。
- (4) 所有脊索動物的構造均極相似。
- (5) 現在的地球上許多原生動物。

(b) 在一次地質考察中，生物學家在500呎深的岩石裡，發現一種鳥類的化石，其翼長20吋。另外在200呎深的岩石裡，也發現極為相似的鳥類化石，惟其翼長只有10吋。這位生物學家假設翼長「較長者」比「較短者」出現的時間為早。為證明這個假設最好的實驗是——

- (1) 檢驗發現這些化石的地方的岩石，因為岩石的年代和化石的年代有關。
- (2) 以電子顯微鏡檢查並比較這二種鳥起突變的染色體。
- (3) 以放射線照射這二個化石，然後以蓋氏計數器測定其放射能量。
- (4) 測量並比較發現這些化石的地方的地層厚度。
- (5) 以X光檢查並比較發現這些化石處

的岩石。

B. 對於數值資料的運用能力：

〔例題〕

1. 試將下列各題應用所謂族群生長的「典型曲線」予以說明。

(a) 設有某一鹿的族群生長曲線。假定在這鹿族群生長的中途，其周圍的野狼族群突然滅亡，則該鹿群的生長曲線將呈何種形狀？

(b) 如果在這鹿的族群生長初期，區域內的水突然大量減少，則可能發生什麼事情？

2. 科學家分析一株穀類植物，結果發現含有360克的碳元素，他想知道究竟需要多少重量的空氣才能給這一株植物供應這些碳元素。（設：標準狀態下空氣 CO_2 的重量佔0.05%）

(a) 下列各項中，那一項是這位科學家所需要的數據？

- (1) 標準狀態下 CO_2 的密度為 2.0g/l
- (2) 標準狀態下空氣的密度為 1.3g/l
- (3) 空氣中 CO_2 的體積佔0.03%
- (4) CO_2 裡C的重量佔27%
- (5) CO_2 的分子量為44

(b) 科學家必須先做什麼假設才能根據數據，以求出供給碳素的空氣總重量？

(1) 這株植物所生長的土壤並不含有碳素。

(2) CO_2 可溶於水。

(3) 空氣中的 CO_2 是植物體內碳素的唯一來源。

(4) 這株植物要栽培在密閉的容器內。

(5) 這株植物必須有充分的水分供應。

(c) 為供應360克的碳元素，其所需 CO_2 的重量約為：

- (1) 97 克
- (2) 360 克
- (3) 470 克
- (4) 720 克
- (5) 1300 克

(d) 為供應360克的碳元素，所需空氣的

重量約為：

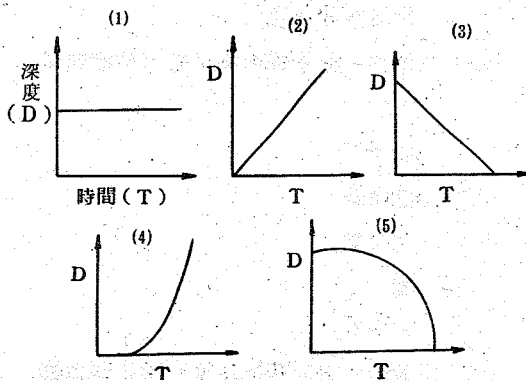
- (1) 7×10^1 克
- (2) 5×10^3 克
- (3) 3×10^6 克
- (4) 5×10^7 克
- (5) 4×10^{10} 克

以上各小題之間均有直接的關聯，任何一項答錯，必將導致下面各題連續的錯誤。這種情形在複雜的科學研究中，極為常見，任何一小部分的錯誤，均可能導致錯誤的結論。

3. 科學家使用「聲納 (Echo-sounder 一種能發射聲響，並可記錄其回音的時間的儀器，常用作測定水深)」在海洋中發現有一處「鬼怪海底 "Phantom bottom"」。

設： 10°C 的海水中，音速為 1600m/sec

(a) 假定水溫不因水的深度而異，水的深度與回音所需時間的關係應為——



在這海洋上選定一處（海水表面的水溫為 10°C ），每天中午及下午九時各測定一次回音反射時間。五天的測定結果如下：

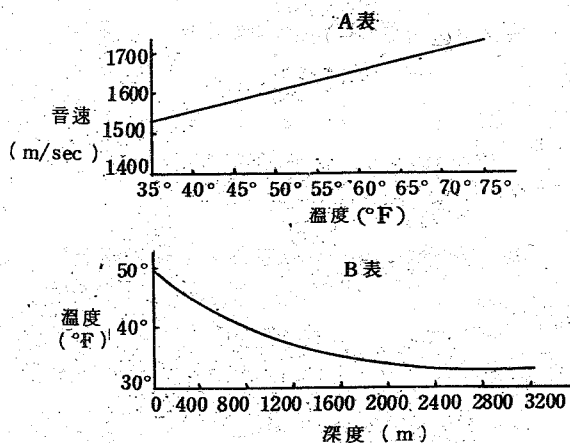
日期	中午 (秒)	下午九時 (秒)
第1天	1.01	0.51
第2天	1.00	0.50
第3天	1.03	0.52
第4天	1.02	0.49
第5天	1.00	0.50

(b) 假定水溫為 10°C ，並不因水深而異

，這「鬼怪海底」中午時的深度，最近似的數值為：

- (1) 400 m
- (2) 800 m
- (3) 1600 m
- (4) 2400 m
- (5) 3200 m

4. 圖一的〔A表〕表示海水內音速與水溫的關係。〔B表〕則表示測量地點的海水水溫與水深的關係。



圖一

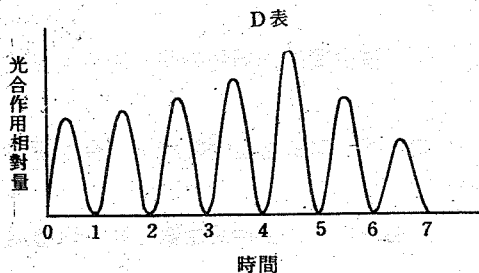
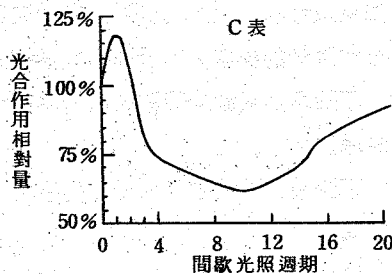
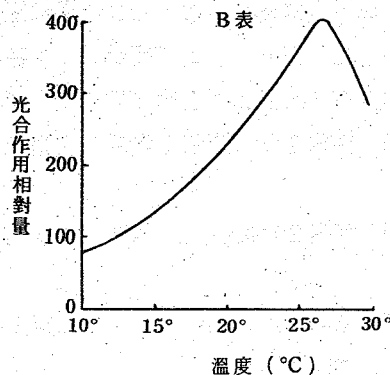
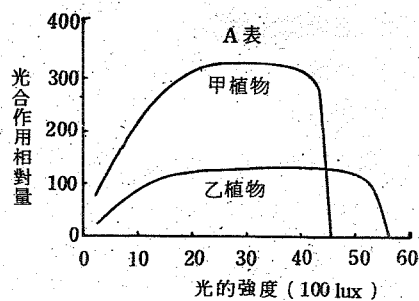
(a) 由該數據，可得到正確的結論應為——

- (1) 水愈深，水溫越高。
- (2) 水溫愈高，海水中的音速愈慢。
- (3) 這「鬼怪海底」在夜裡水溫會升高。
- (4) 這「鬼怪海底」在夜裡水溫會降低。
- (5) 以上都不對。

5. 下列六小題與圖二的A、B、C、D表均為光合作用有關各項因素的問題：

(a) 光合作用的量，常以單位時間（一小時）內，植物所放出之氧的量來代表。因為——

- (1) 氧很容易和各種物質化合。
- (2) 所有的生物均需要氧氣。
- (3) 氧氣為光合作用之主要產物
- (4) 氧氣為光合作用之副產物，且容易測定。



圖二

(5) 氧氣經常由植物放出。

(b) 據A表，甲植物比乙植物容易適應於

- (1) 人工的燈光
- (2) 5000 Lux強度的光

(3) 各種強度的光

(4) 黑暗

(5) 遮蔭

(c) 最適合於光合作用的溫度為——

(1) 10°C

(2) 20°C

(3) 25°C

(4) 27°C

(5) 30°C

(d) 在下列那種情況下，光合作用最旺盛？

(1) 在「恒光下」比「間歇光下」旺盛。

(2) 在「間歇光下」比「恒光下」旺盛。

(3) 每隔 1 秒，光照 1 秒時，比恒光下還要旺盛。

(4) 每隔 20 秒光照 20 秒時，比恒光下更為旺盛。

(5) 每隔 10 秒光照 10 秒時，比以 1 秒鐘為光照週期者旺盛。

(e) 如果以每隔 10 秒，光照 10 秒的間歇光照作為光合作用量的標準，光合作用的量將——

(1) 不論增加或減少間歇光照的時間，光合作用均將增加。

(2) 不論增加或減少間歇光照的時間，光合作用均將減少。

(3) 增加間歇光照的時間，光合作用將增加。

(4) 減少間歇光照的時間，光合作用將增加。

(5) 減少間歇光照的時間，光合作用將減少。

(f) 在表 D，光合作用量變化的主因應為——

(1) 空氣中 CO_2 含量的變化。

(2) 溫度的變化。

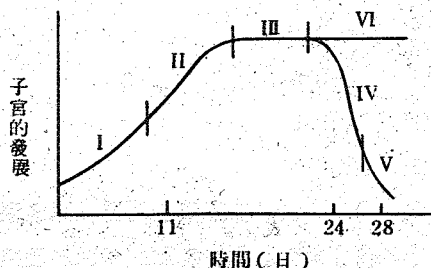
(3) 地球自轉的影響。

(4) 水量的變化。

(5) 以上都不是。

6. 下面(a)~(c)各小題均為有關人類生殖週

期的問題。下面的曲線圖，表示成人女性的子宮發展情形與時間的關係。



圖三

(a) 最容易受胎的是圖中數字所示的那一期？

(1) I

(2) II

(3) IV

(4) V

(5) VI

(b) 胚在圖中那一時期將附著於子宮壁上？

(1) I

(2) II

(3) IV

(4) V

(5) VI

(c) 黃體 (Corpus luteum) 在圖中那一時期開始退化。

(1) I

(2) II

(3) III

(4) V

(5) VI

上面 3~6 題均屬於「曲線圖表」之解釋，為正確答出這類問題，學生當然必須具備有關該項問題的知識。但，值得我們重視（卻也是有趣）的是，這類題目考試結果，其成績不一定會跟學生的知識量成正比。也就是說，即使學生「知道」許多有關的知識，如果他的了解不澈底，或缺乏運用其知識的能力，這些題目對他仍然是個「難題」。

IV. 運用探討科學問題所需各項技術的能力：

——依照科學探討的邏輯，此種能力可依序分為下列六項：

1. 辨認或發掘問題的能力。

2. 對於有用的假說，具有綜述並修正的能力。

3. 找出適當的數值資料以證明所設之假設的能力。

4. 設計適當的實驗以解決問題的能力。

5. 解釋「數值資料」並能做出適當結論的能力。

6. 正確區別假說與原理的能力。

這六項能力，可以說都具有兩個面。其一是在科學活動方面所表現的能力。例如：發掘問題、樹立假說或由數值資料作出結論……等等。我們可以稱之為「合成性」的，或「建設性」的一面。另一為，對於科學的記錄或文獻的領悟和判斷的能力。譬如，讓學生檢驗各項已得數據及其結論，然後舉幾個似是而非的結論，由學生比較，以判定學生能否了解或辨別這些問題。這是「分析性」的一面。關於這兩者之關係，依照學生難易順序列表如下：

創造能力 (Constructive Mode)	分析能力 (Analytical Mode)
(1)解釋「數據」的能力。	(1)對於數據的解釋具有領悟及判斷的能力。
(2)能推理必要之數據的能力(若一則邏輯：如果……的話，則……)。	(2)對於那些已經找出之有關數據，能夠辨別或理解其是否適當的能力。
(3)設計適當的實驗以證明假設之能力。	(3)對於已設計之實驗，具有理解、分析及判斷之能力。
(4)對於有用之假設，能予以綜述、修正或選擇的能力。	(4)對於實驗所選用之假設是否適當，具有辨識能力。
(5)在各種不同的情況下，具有發掘問題的能力。	(5)在研究過程的小範圍內，具有認出問題之所在的能力。
(6)能正確區別假設與原理。	(6)——

下面我們列舉許多例題。當然，上面所提各項技術能力，都可以單獨分項測驗。但是，就真正科學研究的觀點來看，似乎不免偏頗。因此下列各題中有許多是綜合性的。

A. 關於分析能力的測驗(表中第1項)

〔例題〕

雷迪(Redi)所做各項實驗中，有那些實驗達成他預期的結論？有那些實驗沒有？

B. 關於分析能力的測驗(一般性者)

〔例題〕

在課本第三章(戈定邦著上冊第43頁)曾引用愛因斯坦的話。他曾以「手錶的外貌」與「錶裡看不見的工作」的關係，來比喻說明科學的方法。在達爾文對於生物學的貢獻中，你認為有那些事實是相當於「手錶的外貌」？那些是相當於「錶裡看不見的工作」？

C. 關於合成能力(表中第2、3、4項)

〔例題〕

有一位科學家設立一假說：「腦下垂體與卵巢互相影響，並控制女性生殖週期」。

1. 下列各項觀察中，那一項是支持本假設的最有力者？

- (a) 切除卵巢後，子宮跟著退化了。
- (b) 切除腦下垂體後，死掉了。
- (c) 子宮分泌激素。
- (d) 腦下垂體事實上控制著體內很多機能。
- (e) 只有腦下垂體與卵巢都存在時，子宮才有正常機能。

2. 下列各項實驗中，那一項為證明本假設的最佳實驗。

- (a) 檢查體內所有的內分泌腺體。
- (b) 比較腦下垂體激素與卵巢激素的相對酸度。
- (c) 在完全相同的環境條件下，比較腦下垂體與卵巢的分泌量。

(d) 將不同份量的腦下垂體及卵巢所分泌的激素，分別注射入身體內，以觀察其子宮的變化。

(e) 每天小心記錄受精後子宮的變化情形。

3. 這位科學家又發現腦下垂體所分泌的激素，能以好幾種方式影響卵巢，下面各項中，有

二項假設可以解釋這個發現。

(a) 卵巢對於同一種激素，可能具有好幾種不同的反應。

(b) 卵巢對於外來刺激的反應比來自腦下垂體者為大。

(c) 腦下垂體能生成各種酶。

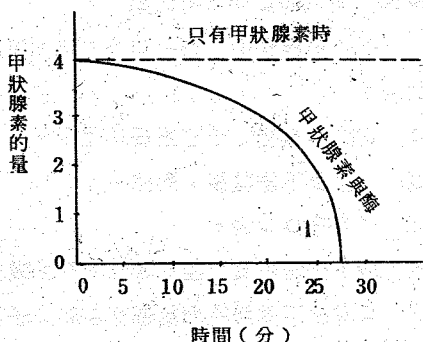
(d) 腦下垂體可以分泌好幾種激素。

(e) 腦下垂體的分泌含有血紅素。

D. 關於合成能力的測驗（表中第 1、4 項）

〔例題〕

有一生物學家，收集甲狀腺素溶液（Thyroxine solution）分別裝入 40 個試管。其中 20 個試管又加入從癌細胞內所提出的酶。每隔 5 分鐘檢查每個試管內甲狀腺激素的量。結果如下圖所示：



圖四

1. 自從加入癌細胞提出之酶後，使甲狀腺激素的量減少一半所需要的時間為多少？

- (a) 12 分 (b) 15 分
(c) 18 分 (d) 22 分
(e) 25 分

2. 這位生物學家可以下結論說——

- (a) 癌細胞的酶，可能破壞甲狀腺激素。
(b) 癌細胞能合成甲狀腺激素。
(c) 高溫能破壞甲狀腺激素。
(d) 甲狀腺激素是很不穩定的物質。
(e) 以上都不是。

3. 這位生物學家的下一步研究步驟是檢查那些——

- (a) 正常細胞的酶是否能破壞甲狀腺素？
(b) 甲狀腺素是否能由人工合成？
(c) 甲狀腺素，即使在沒有酶的時候，是否也可能自行毀壞？
(d) 癌細胞的酶是否能破壞細菌？
(e) 癌細胞的酶是否能被高溫所破壞？

E. 合成能力之測驗（表中第 2、3 及 6 項）

〔例題〕

我們常猜想光能刺激植物的生長，換句話說，植物所接受的光量愈大，就生長得愈高大。

1. 試設計一個實驗來證明此項假說。注意：要設置對照組。

2. 假如我們的假設是對的，我們將能夠期望獲得怎樣的數據？

3. 假定我們曾以穀類植物作為實驗材料，無論其結果如何，我們是否還需要再找別種植物來實驗證明本假設？為什麼？

F. 分析能力（表中第 4 項）與合成能力（表中第 3 項）

〔例題〕

下面各題為一生物學家所作有關癌症問題的研究。他曾做如下推論：

- I 因為差不多所有的細胞具有核，而且
II 所有的核都含有基因，因此可能
III 癌細胞內含有突變的基因，這基因可能生成某種酶以破壞「調節生長的激素」。
IV 甲狀腺素為調節生長的激素。
V 甲狀腺素由甲狀腺分泌。

1. 上面這些敘述中那一項是生物學家需要用實驗來證明的假設？

- (a) I (b) II
(c) III (d) IV
(e) V

2. 根據假設，該科學家必須用實驗來確定

的是——

- (a) 癌細胞所分泌的酶是否能破壞甲狀腺素。
- (b) 這種酶是否能影響細胞的代謝率。
- (c) 細胞酶對於甲狀腺的作用。
- (d) 細胞酶的反應率。
- (e) 甲狀腺的分泌率。

G. 合成能力 (表中第 1 項)

[例題]

下面各題係有關牛的某種疾病的病因研究。

1. 某生物學家從一病牛中抽取血液，注射入另一健康牛的體內，假定這一頭牛也發生同樣的病症。下面的結論中那一個是正確的？

- (a) 有一種微生物引起這種病。
- (b) 血液內有某種物質引起這種病。
- (c) 病牛的血液如果注射入健康的牛體可使其引起同樣的疾病。
- (d) 這種病是由於牠們的食物而引起的。
- (e) 沒有充分的證據能證明上面任何一項結論。

2. 生物學家從病牛的血液中，提出一系列純種的微生物。將此微生物注射入 50 隻健康的牛體，結果有 10 隻牛沒有患這種病。對於這 10 隻牛，下面各結論中那一項是最合理的？

- (a) 這些微生物並沒有進入這 10 隻牛的血液內。
- (b) 這些微生物並不是病源。
- (c) 這些微生物太弱不足以引起疾病。
- (d) 這 10 隻沒有生病的牛，先天具有免疫性。
- (e) 其他那些生病的 40 隻牛，都吃了某些有毒食物。

H. 合成及分析能力綜合性測驗

[例題]

當生物將「自然脂肪」攝入體內後，我們就失去它們的足跡，因為這些脂肪很快地就被同化

，和那些相類似的物質混合在一起。但是，假如我們使用以放射性同位素「重氫」所組成的脂肪，我們將可能追蹤其變化的情形了。如果我們將這種脂肪組織燃燒，測定其中「重水」（含有重氫）的重量，我們就不難知道究竟有多少重氫的同位素曾被吸收（假定，所有脂肪均貯存於動物的脂肪層）。

現有一群鼠，以一定量的食物（含有 20 % 同位素的脂肪）來飼養。如果以「饑餓餵食（不給充分的量）」，其體內脂肪將完全用作能源而被燃燒。經過 10 天後，將此老鼠殺死。測定其體內脂肪的總重量、屍體內含有放射性同位素脂肪的百分比、鼠體組織液內重水含量、以及為生成這些重水需放射性脂肪的重量等。其所得的數據如下：

實驗開始前老鼠的體重	250 g
所消耗放射性脂肪之重量	35 g
實驗終了時老鼠屍體內的脂肪總重量	12 g
鼠屍脂肪中含放射性脂肪所佔的百分率	50 %
組織液中重水的重量	0.01 g
為獲得上項組織內重水，所必須燃燒的放射性脂肪的重量	7 g

1. 這位科學家所原定的假說，很明顯地應該是——

- (a) 動物在食物缺乏時，須立即燃燒其食物內所含的脂肪。
- (b) 所有動物，脂肪貯存的過程是連續性的。
- (c) 重氫為動物食料中最主要的部分。
- (d) 放射性物質能夠殺死鼠族。
- (e) 動物攝食含有重氫的食物時，其體內各項作用將會有很大的變化。

2. 下面各項中，那一項是本實驗中所必須的假設？

- (a) 含有重氫的脂肪與自然的脂肪可以很

明顯地區別。

(b) 老鼠比任何其他動物更能忍受重氫。

(c) 含重氫的物質與其他相似的自然物質不會相混合。

(d) 含重氫的脂肪與自然脂肪在生物體內的處理情形要完全相同。

(e) 植物對於重氫的反應與動物完全相同

3. 這鼠體內，爲了獲得其「能量」，所燃燒的放射性脂肪的重量爲——

(a) 少於 7 g (b) 7 g

(c) 7 g 與 30 g 之間 (d) 30 g

(e) 30 g 以上

4. 爲了確定，在整個實驗過程中，老鼠爲獲得「能量」所燃燒之放射性脂肪的重量，我們先需要什麼假定？

(a) 老鼠所分泌的組織液中有 20 % 放射性。

(b) 所有未貯存的脂肪均已因供作能源而被燃燒掉。

(c) 老鼠在實驗結束後體重減輕。

(d) 由於 1 g 脂肪的燃燒而產生一種特別的能量。

(e) 在放射性脂肪中，因供作「能源」而消耗者比貯存於脂肪層者爲多。

5. 科學家又做另一完全相同的實驗，不過他這次卻把飼養時間延長了。在這種情形下，下列各事項均有發生之可能，除了——

(a) 飼料中的脂肪，可能貯存在鼠體的脂肪層內。

(b) 鼠屍內的脂肪，可能含有放射性脂肪。

(c) 實驗結束時，在鼠體的組織液中可能發現重水。

(d) 老鼠在實驗過程中，所攝取放射性脂肪的重量，比實驗開始時該老鼠的體重還要重。

(e) 實驗末期老鼠組織液內的重水重量，比牠所攝食的脂肪的重量還要重得多。

6. 由於已知的資料我們可以正確地推論——

(a) 實驗末期，老鼠的脂肪組織內的大部分脂肪係來自整個實驗過程中攝食的脂肪。

(b) 有一些放射性脂肪已作爲能源而被燃燒掉。

(c) 非放射性脂肪的濃度，比放射性脂肪的濃度爲高。

(d) 在 10 天的飼餵期間內，並沒有發生脂肪的燃燒現象。

(e) 在實驗末期，老鼠體內脂肪組織的大部分脂肪，係鼠體原有者。

7. 從這實驗，我們可以正確地作如下的結論：「老鼠在飢餓餵食中，……」

(a) 燃燒其飼料內的所有脂肪以獲得能量。」

(b) 燃燒其一半，並將另一半貯存於體內。」

(c) 餓死了。」

(d) 由於獲得適量的重氫，故能保持其健康狀態。」

8. 根據以上的實驗，下面各項假說中，那一項可做爲更進一步之實驗的基礎？

(a) 如果將半飢餓餵食的時間延長，貯存的脂肪量將比燃燒的脂肪量減少。

(b) 動物在半飢餓餵食狀況下，可貯存食物內的大部分脂肪。

(c) 放射性物質不能被吸入生物體內。

(d) 重氫無論其量之多寡，均爲一種致命的毒物。

(e) 重氫在化學變化中，會失去其放射性。

測驗的幾個實際問題

(一) 測驗計劃——(設計及記錄)

我們曾在前面提過，合理的測驗應具有兩個「機能 (Functions)」。其一，爲測定教師的教學效果及學生的學習成果。另一，則指引學生

的學習方向。

既然測驗是那麼重要，我們更需要研究具體而有效的辦法以保證其成功。我們必須使測驗的結果，能真正代表其所有的教材單元及目標。我們鄭重建議各位教師及有關行政人員，在考慮實測驗計劃

測驗 No. _____

單元 No. _____

施測驗活動以前，務須先設計其測驗目標以及一切細則，也許下面的表格（Check sheet）可供作為測驗前之設計（測驗目標）及測驗後之記錄（測驗結果）之用。

測 驗 範 圍 (例)：章、教材 內容、教材主題、 生物有機體的等級 等等.....	能 力									
	記 憶	組 織	運 用 能 力		解 釋 資 料	若一則邏輯 〔如果…的 話，則…〕	實 驗 設 計	設 立 假 說	發 掘 問 題	認 定 假 設
			非 計 量 性	計 量 性						
第 一 章 第 四 章 遺 傳 群 性 族 定 級 分 子 等 合 計										

最後，我們還要稍微提一提有關測驗設計的幾個問題。概括地說，一般的測驗有兩種類型，即所謂「測驗題」和「申論題」。現分別說明如下：

1. 「測驗題」之設計：

這種題目，可以由職員甚至機器來評分，可說是種很方便的辦法。

測驗題一般也有很多類型；例如：是非法、選擇法及配合法等。其中大家認為選擇法比較適合而實用。當我們設計一個選擇題的4~5個答案時，有幾個原則必須要預先考慮。第一，每個答案在文句的意義上均必須清楚而具體，切勿辭義含糊籠統。第二，選擇題中那些錯誤的答案，都應具有不同程度而明顯的錯誤；明顯而不切題的答案只能有一個，其他必須是在某種情形下「可能是對的」或「似真的」；否則，這個測驗，頂多祇能把那些完全不懂的或根本沒有準備的學生檢定出來，而無法區別那些「優秀的」、「

好的」或「可以的」學生的程度。這當然不是理想的測驗。

關於選擇題的評分，通常有二種辦法，最普遍的是：當學生選對了那唯一的正確答案就給分，否則就不給分。這雖然評分（特別是用機器評分）方便，但畢竟不是很好的辦法。為使學生能經過測驗活動並正確地評核其成就，且指引其學習方向，對此，似乎應有更進一步的研究。假如我們設計選擇題時，將四個答案中的一個，設計成為完全錯誤而不切題的；另一具有某種程度的接近正確答案的內容；再一設計為除了一點小錯誤外都是對的；最後的一個，則為毫無瑕疵的答案。評分時，如果選到第一個情形者，不給分，第二種情形者給一分，第三種情形者，則給二分，選到正確答案者，給滿分~三分或更多的分數。

設計這種評分範圍較大的測驗題，似乎很困難，但事實上並不盡然，只要我們在設計答案時

，除了正確的答案外，設計幾個較差的答案，然後斟酌決定其給分的原則就可以了。這要看教師們如何下功夫了。一個「四選一」或「六選一」的選擇題，就能給學生的成就評定了一個很客觀的等級，這不是很理想的測驗嗎？

另外，還有一件值得推薦的工作，就是測驗後的討論。教師要學生能夠討論各題的答案。學生要能指出每個答案的錯處。「為什麼這個答案比那一個差？」「這差異有何意義？」等等……。如是，這項測驗就更能發揮其「指導學習方向」的效用了。

2. 「申論式測驗」的設計：

關於這類測驗的試題設計，最重要的是，先要考慮試題本身是否已給學生劃出了明顯而具體的答覆範圍。試題要使學生能將其注意力集中於教師所希望的地方。千萬不能含糊籠統，以致學生不知從何答起。現在舉個例子看看：

小明設計了一個小水族箱，首先他很仔細地洗淨容量為 10 加侖的水槽，槽底放入數吋厚的清潔細砂，從屋外水池裡採來數支水蘊草小心地種植在槽底的細砂上，最後以自來水充滿水槽。靜置一星期後，又放入 10 條體長約一吋之金魚及三個淡水螺。安置於實驗室內的一角，一個月後水槽內的水依然清淨如初，裡面的動植物亦均呈現極為良好的健康狀態。這時，小明將玻璃板加蓋於水槽上，並以透明塑膠帶仔細地封閉所有的空隙。

〔問題〕

你能不能「預測」數個月後，這個水族箱內的情形？如果你認為可以做出明確的預言，請寫出其理由，倘若不能「預測」，也請寫出其理由。

請注意上面這個申論式測驗。試題業已提出簡單而有限度的情況，但事實上，這問題已包含了複雜的生物學因素在內。在這個問題中，不僅要求學生討論數個月後的水族箱內的情形，更要求學生能夠選用適當的「生物學原則」，以提出

更進一步且超出本實驗有限情況以外的推論。（學生要聯想到「動物與植物之間的關係」「物質循環現象」「食物網」「自然界的平衡」等諸問題）

（一）測驗的難易差距問題：

任何一種考試，都應該注意到難易程度的問題。除了應該依照常態曲線而分配其「難題」與「易題」外，更應注意其「難」與「易」之內的差距。在過去的一般情形，那些能力普通（中下程度）的學生似乎都可以得到 65～75 分的分數。這雖然大體上沒有什麼不合理，只是對於那些較好的學生，無法分出其究為「最好」或「稍次一點」的學生。因為在這種測驗中，這部分學生均可得到 90～100 的高分。

既然我們認定「測驗」可考核學生的成就，其結果也應該能替那一些能力較高的學生定出「高低」才好。

（二）共同合作舉行測驗：

為提高測驗效果，最好的辦法就是多數老師的共同合作。其好處是：第一，教師與學生之間的關係可獲改善（關於這一點將於另章「教室內討論」中詳論）。第二，由於參加測驗的學生人數增加，測驗結果所獲資料將更為豐富。為訂定更公平而正確的標準，這就是最好的依據。第三，也就是最有力的一點；由於分工合作的結果，不僅每一位教師的負擔減輕，命題方面大家亦更能精選測驗材料。譬如：數位教師先開個會，共同決定測驗範圍及目標（請參照第 15 頁的設計表），然後根據所訂目標分別命題，完成後將之「彙集」，稍加整理及討論後，以同一試題，同時各就各班實施測驗。測驗後大家再提出各班的統計結果，互相比較討論。於是，所有不適合的都可以找出而予以澈底的改訂，於是真正能代表教材內容、符合教學目標、且能反映學生的成就、合理而科學的測驗題就可以誕生了。