

1-3 細胞的生理



(一) 細胞的化學組成

A、組成細胞的主要元素：

- (1) 含 C、H、O、N 等四大元素，重量比約佔 96% 以上。
- (2) Ca、P、K、S 等微量元素，量少但不可缺，重量比約佔 4%。
- (3) 無機物以水及無機鹽類為主；有機物則胞含醣類、蛋白質、脂質、核酸及維生素等。

B、水：

- (1) 水分子中氧原子帶部分負電荷，氫原子帶部分正電荷，所以水分子有極性。
- (2) 細胞內含量最多的分子，約占人體重量的 70%，不同生物體，含水量不同，同種生物體內的不同細胞，含水量不同。
- (3) 可微量解離成 H^+ 、 OH^- ，影響體液的酸鹼值，及化學反應的進行。
- (4) 生物體內的最佳溶劑，可幫助化學反應、養分運輸、廢物排泄的進行。
- (5) 4°C 時密度最大，因此水從表面結冰，魚類可在冰層下生存。
- (6) 比熱大，有助於生物體溫的恆定。

C、礦物質：

- (1) 又稱為無機鹽類，在生物體內常以離子狀態存在。
- (2) 含量少，在水溶液中解離成離子，細胞活動中扮演重要角色：
 - 甲、神經衝動的傳導需要鈉離子(Na^+)、鉀離子(K^+)；
 - 乙、肌肉收縮、血液凝固、胞器移動等均需要鈣離子(Ca^{2+})；
鈣離子(Ca^{2+})為構成骨骼及牙齒的重要元素。
 - 丙、體液的酸鹼值平衡需要磷酸鹽(PO_4^{3-})和碳酸鹽(CO_3^{2-})
 - 丁、構成血紅素需要亞鐵離子(Fe^{2+})。
 - 戊、構成甲狀腺素需要碘離子(I^-)。
 - 己、構成葉綠素需要鎂離子(Mg^{2+})。

D、醣類：

(1) 性質：

- 甲、由 C、H、O 組成，其中 $H:O=2:1$ ，又稱碳水化合物。
- 乙、為自然界含量最豐富、分布最廣的有機物。
- 丙、為細胞內提供能量的主要物質，細胞結構的重要成分。

(2) 種類：

甲、單醣：

- (a) 含 3~6 個 C 原子，為構成醣類的基本單位。
- (b) 五碳醣；核糖、去氧核糖，為構成核酸的基本單位。
- (c) 六碳醣：葡萄糖、果糖和半乳糖；葡萄糖是人體內含量最多的單醣。

乙、雙醣：

- (a) 由二個單醣分子脫去一分子水結合可形成雙醣。
- (b) 蔗糖是由葡萄糖與果糖組成；
麥芽糖是由二個葡萄糖組成；
乳糖是由葡萄糖與半乳糖組成。

丙、多醣：

(a)由多個單醣分子脫水聚合而成。

如：澱粉、肝糖和纖維素的單元體都是葡萄糖。

(b)醣類是提供細胞能量的主要物質。

例如：澱粉儲存在植物的根、莖、果實及種子內；

肝糖儲存在肝臟及肌肉中；

纖維素是植物構成細胞壁的主要成分。

E、蛋白質：

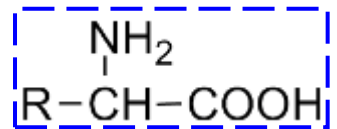
(1) 含 C、H、O、N 和 S 等元素，為生物體內含量最多的有機物質。

如：運送氧的血紅素、具防禦作用的抗體，及能催化代謝反應的酵素都是蛋白質成分。

(2) 基本構造單位為胺基酸，中心碳原子連接一個胺基(—NH₂)和一個羧基(—COOH)形成。

(3) 自然界的胺基酸超過 50 種，而組成蛋白質的胺基酸有 20 種。

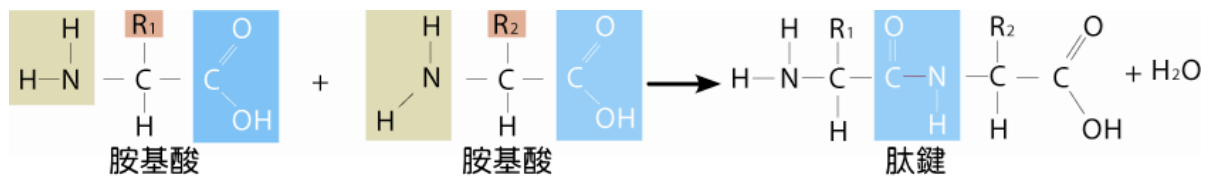
(4) 胺基酸的種類和排列順序不同，形成的蛋白質之結構或功能也不同；因此蛋白質是生物體內多樣性最高的分子。



(5) 植物可合成各種不同的胺基酸，動物只能合成數種胺基酸；

無法自行合成，需由食物取得的胺基酸，稱為必須胺基酸。

(6) 胺基酸形成蛋白質時，胺基酸間的胺基和羧基脫去一分子水而形成肽鍵，藉著肽鍵可將多個胺基酸串連成多肽鏈，再由多肽鏈組合成蛋白質。



F、脂質：

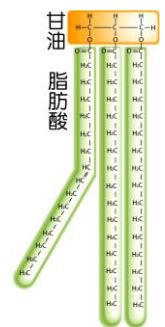
(1) 脂質含 C、H、O 三種元素，能提供能量、保護臟器、禦寒等重要功能。

(2) 包括中性脂質、磷脂質、固醇類及蠟質等。

甲、中性脂質：

(a)又稱三酸甘油酯，由一分子甘油、三分子脂肪酸組成。

(b)有供應能量、貯存能量、保溫禦寒和保護臟器等功能。

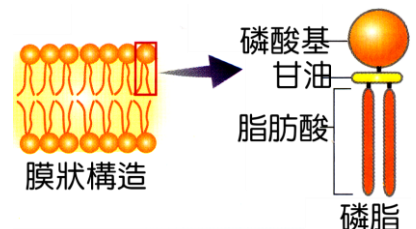


乙、磷脂質：

(a)含一分子甘油、二分子脂肪酸和一分子磷酸。

(b)為細胞膜、核膜，及細胞內膜狀胞器的主要成分，使細胞內的化學反應不相干擾。

(c)親水性頭部：磷酸基帶電荷，有極性及親水性；
疏水性尾部：含 2 分子脂肪酸，無極性及親水性。



丙、固醇類：

(a)不含脂肪酸，為動物細胞膜的成分(膽固醇)，能穩定細胞膜的結構。

(b)激素調控生理：雄性激素(睪固酮)和雌性激素(動情素)等動物激素。

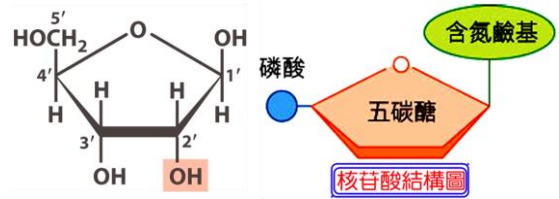
(c)血液中含過量膽固醇，易造成血管硬化。

G、核酸：

- (1) 含 C、H、O、N 和 P 五種元素。
- (2) 基本構造單位為核苷酸，包括五碳糖、含氮鹼基和磷酸三個部分。
- (3) 分為去氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)兩種：

甲、DNA：五碳糖是去氧核糖，為細胞內主要的遺傳物質。

乙、RNA：五碳糖是核糖，參與蛋白質合成，傳遞 DNA 的遺傳訊息。



H、維生素：

- (1) 含量少，不提供能量，可調節生理機能。
- (2) 維生素 D 可幫助鈣質吸收，以利骨骼生長。
- (3) 植物可自行合成維生素，動物除了維生素 D 外，大多無法自行合成，需從食物獲得。
- (4) 人體所需的維生素包含：
水溶性維生素(維生素 B 群、維生素 C)及脂溶性維生素(維生素 A、D、E、K)



(二) 通過細胞膜的物質運輸

A、細胞膜的重要性：

- (1) 細胞膜具有半透性，可以控制物質進出細胞；只能讓小分子物質通過細胞膜，稱為「選擇性通透」。
- (2) 依濃度高低的運送方向，可區分為「被動運輸」及「主動運輸」。

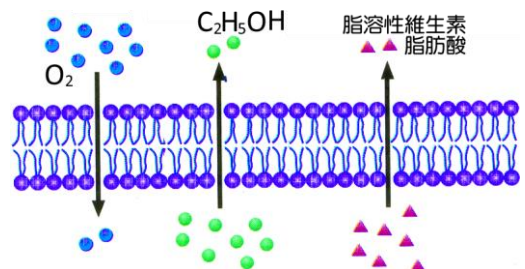
B、被動運輸：

- (1) 小分子物質順著濃度梯度，由高濃度處往低濃度處運輸，稱為被動運輸。
- (2) 進行被動運輸時，不須消耗能量。
- (3) 被動運輸包括簡單擴散作用、促進性擴散作用和滲透作用。
- (4) 簡單擴散：

甲、 O_2 、 CO_2 和脂溶性小分子(甘油、脂肪酸)等藉簡單擴散作用通過細胞膜。

乙、由高濃度向低濃度擴散，不消耗能量。

丙、細胞進行呼吸作用時，細胞內會消耗氧氣，並產生二氧化碳，因此細胞內氧氣濃度比細胞外低，而二氧化碳濃度則比細胞外高；因此細胞外的氧氣便藉簡單擴散進入細胞內，而二氧化碳則由細胞內擴散至細胞外。

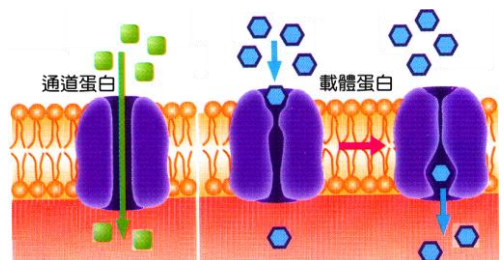


(5) 促進性擴散：

甲、分子需依靠細胞膜上運輸蛋白的協助，才能從高濃度向低濃度擴散。

乙、運輸蛋白對運輸的物質具有專一性，鉀離子通道蛋白只能運送鉀離子。

丙、離子(Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+})和水分子需藉膜上的通道蛋白協助。



丁、葡萄糖和胺基酸則須藉膜上的載體蛋白協助。

戊、載體蛋白藉著改變構形將結合的分子，由細胞膜的一側轉換至另一側。

(6)滲透作用：

甲、水分子通過選擇性滲透膜的擴散現象。

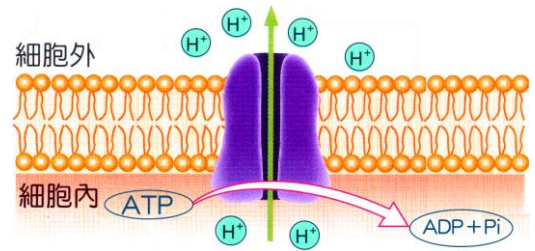
乙、水分子會自滲透壓低處(溶質濃度較低的溶液)向滲透壓高處(溶質濃度較高的溶液)流動，直至兩者的滲透壓達成平衡。

C、主動運輸：

(1)意義：

甲、以消耗能量的方式，將小分子由低濃度處向高濃度處運輸。

乙、需細胞膜上運輸蛋白的協助，此種蛋白也稱為幫浦蛋白，對物質運輸有專一性。



(2)實例：

甲、海帶體內的碘離子濃度已遠高於海水中的碘離子濃度，但細胞仍藉著特殊的運輸蛋白，以消耗能量的方式進行主動運輸，將細胞外的碘離子送往細胞內。

乙、植物細胞膜上的質子幫浦，以消耗能量的方式將 H^+ 運送至細胞外。

丙、動物細胞利用膜上特殊的運輸蛋白，以消耗能量的形式將 Na^+ 運往細胞外。

丁、動物的小腸黏膜細胞藉著主動運輸，吸收葡萄糖、胺基酸。

項目	被動運輸		主動運輸
	簡單擴散	促進性擴散	
運輸物質	O_2 、 CO_2 等氣體 乙醇、甘油、脂肪酸等脂溶性小分子	無機鹽離子、水分子 葡萄糖、胺基酸	無機鹽離子 葡萄糖、胺基酸
移動方向	高濃度 → 低濃度	高濃度 → 低濃度	低濃度 → 高濃度
能量消耗	不需消耗能量	不需消耗能量	消耗能量
運輸介面	脂雙層	運輸蛋白	幫浦蛋白



(三)溶液與細胞生理濃度的關係

A、等張溶液：

(1)細胞外的溶液濃度＝細胞液濃度，又稱為等滲透壓溶液，細胞能維持正常形狀及功能。

(2)生理食鹽水為等張溶液。

B、高張溶液：

(1)細胞外的溶液濃度>細胞液濃度，又稱為高滲透壓溶液。

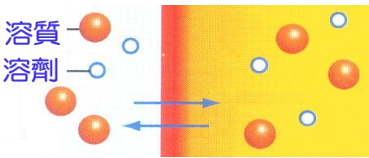
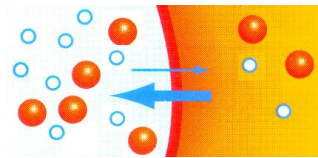
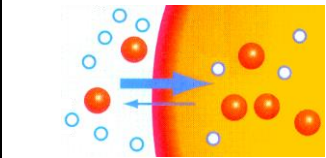
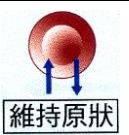
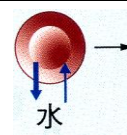
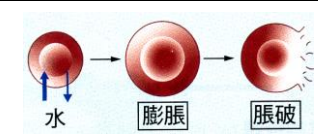
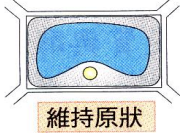
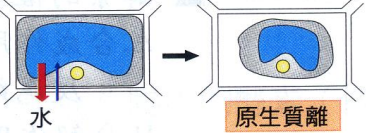
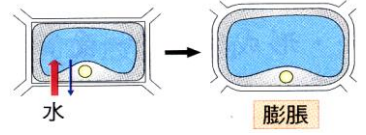
(2)海水、濃食鹽水、濃糖水為高張溶液。

(3)動物細胞置於高張溶液中，溶質可能進入細胞中，而細胞內水分滲出，使細胞萎縮。

(4)植物細胞置於高張溶液中，水分滲出，但細胞壁仍使細胞維持一定的形狀，導致內部的細胞膜萎縮，與細胞壁產生分離的現象，稱為『膜壁分離』，或稱為『質離』(細胞質與細胞壁分離)。

C、低張溶液：

- (1)細胞外的溶液濃度 < 細胞液濃度，又稱為低滲透壓溶液。
- (2)蒸餾水、或是低濃度的溶液皆為低張溶液。
- (3)動物細胞置於低張溶液中，水分進入細胞內對細胞膜內側產生膨壓，細胞可能脹破。
- (4)植物細胞置於低張溶液中，水分進入液泡，對細胞膜內側產生膨壓，因外圍有細胞壁支撐，因此細胞膨脹體積變大，但是細胞不會脹破。
- (5)池水中的草履蟲體內有伸縮泡能排除多餘的水分。

分類	等滲透壓溶液 (等張溶液)	高滲透壓溶液 (高張溶液)	低滲透壓溶液 (低張溶液)
作用原理			
動物細胞 型態變化	 維持原狀	 水 萎縮	 水 膨脹 脹破
植物細胞 型態變化	 維持原狀	 水 原生質離	 水 膨脹



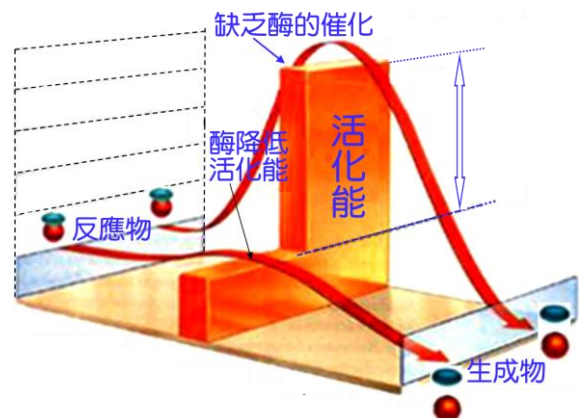
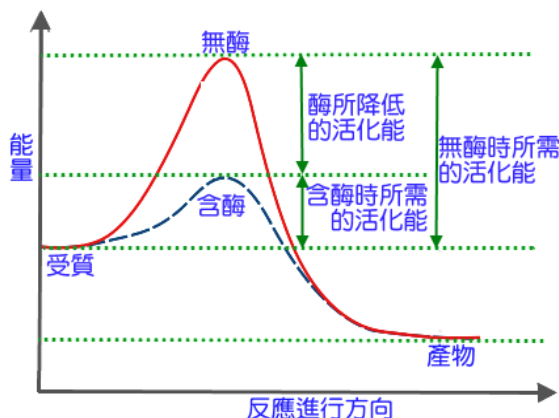
(四) 細胞中的化學反應

A、細胞內的化學反應：

- (1)細胞須不斷進行化學反應才能維持生命現象，這些化學反應統稱為新陳代謝。
- (2)化學反應的過程，幾乎都需特定的酶催化，以加快化學反應的進行。
- (3)細胞的呼吸作用，經由許多酶的催化，將葡萄糖氧化產生水及二氧化碳，並釋放能量。
- (4)核苷酸合成 DNA 需要 DNA 聚合酶的催化，蛋白質分解成胺基酸需要蛋白酶的催化。

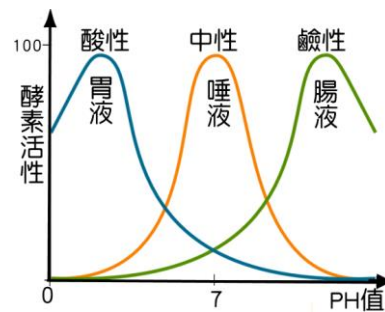
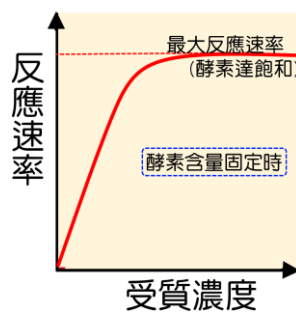
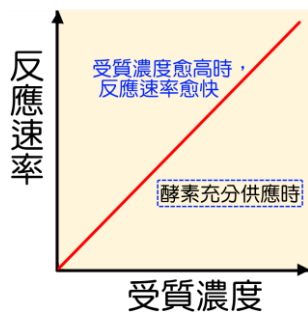
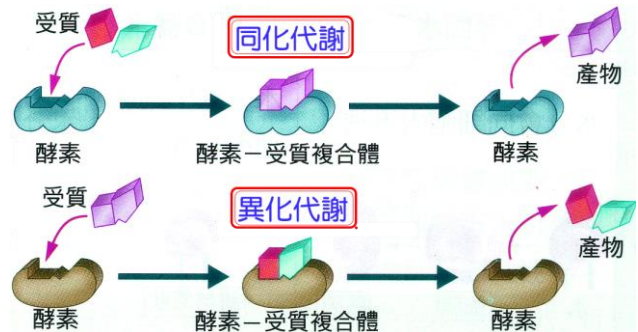
B、酶：

- (1)也稱為酵素，能降低反應的活化能，加快反應速率（活化能愈高，反應愈不容易進行）。
- (2)反應物需有足夠的能量(達到活化狀態)，才能產生有效碰撞，進行化學反應；
使反應物達活化狀態所需的最小能量，即為活化能。



C、酶的性質：

- (1)酶具活化位，可和受質結合，增加碰撞的機會。
- (2)化學反應中，可和酶結合，產生化學反應的物質，稱為受質。
- (3)酶可降低反應時所需的活化能，使受質更容易克服能量障礙，加快反應速率。
- (4)酶可加速反應速率，但不能直接引發化學反應，也無法改變反應進行的方向。
- (5)每種酶只能針對特定的受質，催化特定的化學反應，因此酶具有專一性。
例：澱粉酶可以催化澱粉的分解，但不能催化纖維素的分解。
- (6)催化過程前後，酶的本質不變，可重複使用，稱為酶的重複性。
- (7)酶的成分多為蛋白質，容易受溫度及酸鹼度、金屬離子及受質濃度的影響。



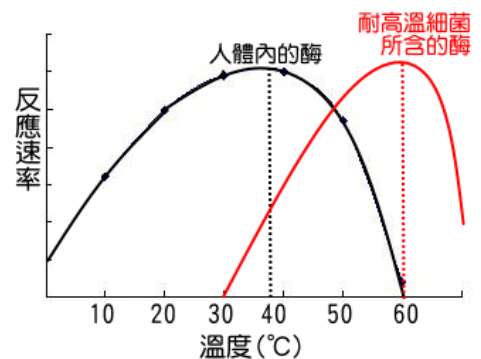
D、影響酵素活性的因子：

(1)溫度：

甲、一定溫度範圍內，酶的活性隨溫度上升而增加；但溫度過高時，酶的蛋白質構造受高溫破壞而喪失功能，使得反應速率下降，甚至降至零，且高溫對酶的影響不可逆。

乙、酵素作用的最適溫度，依酵素種類不同而異。

丙、對人體而言， 40°C 以下，溫度愈高反應速率愈快，一般人體內的酶最適合的溫度為 37°C 。



(2)酸鹼值：

甲、酸鹼度會改變酶與受質的結合，因而影響酶的活性。

乙、不同的酶作用所需的最適宜酸鹼度不相同，如：胃蛋白酶需在強酸(pH 約為 2)環境中活性較佳，而胰蛋白酶則需在鹼性(pH 約為 8)環境中活性較佳。

(3)受質濃度：

甲、在適合的溫度及酸鹼值的條件下，若酵素的濃度固定，則反應速率會隨著受質濃度的升高而增加，最後反應速率達到一個最大的穩定速率。

乙、當所有的酵素都飽和時，受質的濃度雖再增加，但反應速率卻不會再增加。

丙、酵素有一定的量，當反應速率達到飽和狀態時，表示所有酵素的活化位都已經被受質佔據，此時已經沒有多餘的酵素能再與受質結合，因此反應速率不會再增加。

(4)金屬離子：

- 甲、某些金屬離子與酶結合後，才具有催化能力，因此金屬離子也是一種輔因子。
- 乙、人體內活化精子的酶需與鋅離子(Zn^{2+})結合。
- 丙、合成皮膚黑色素的酶需與銅離子(Cu^{2+})結合。
- 丁、有些金屬離子如鉛離子(Pb^{2+})、汞離子(Hg^{2+})和鎘離子(Cd^{2+})等與酶結合後，會使酶沉澱，導致酶無法與受質結合，因而失去功能。

E、輔酶：

- (1)酵素進行催化作用時，常需要輔因子的協助，輔酶是輔因子的一類，由非蛋白質的有機分子組成，多由維生素 B 群或維生素 C 代謝而來，可與酵素結合協助酵素的催化活動。
- (2)有些酵素的活性需要輔酶的協助，才能進行催化反應。
- (3)輔酶可重複使用，但不具專一性，一種輔酶可協助多種不同的酵素進行催化反應。
- (4)輔酶分子小，可通過細胞膜，通常無法自行合成，必須由食物中攝取。
- (5)輔酶對熱安定，不易受高溫破壞。

項目	分子	主要成分	功能	專一性	重複性	耐熱性
酶	較大	蛋白質	降低活化能，加速反應速率	有	有	較差
輔酶	較小	非蛋白質的有機物	協助酶的催化	無	有	較佳

範例 1 (91 指考)

酵素反應可以用鎖和鑰匙的關係來解釋，稱為「鎖鑰假說」，此假說可以解釋下列哪些有關酵素的特性？(應選三項)

- (A)受質專一性 (B)反應後酵素分子結構不變 (C)若酵素分子結構改變，則受質無法結合 (D)酵素的作用濃度有一定的範圍 (E)酵素由蛋白質組成並由基因製造。

【答案】：ABC

範例 2 (102 學測)

下列關於滲透的敘述，哪些正確？(應選兩項)

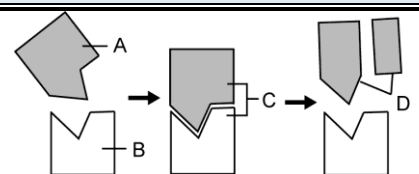
- (A)滲透是活細胞才會有的現象 (B)低濃度溶液的水，因滲透到高濃度溶液中，以致體積減少 (C)溶液中，水與溶質通過半透膜的移動稱為滲透 (D)通過細胞膜的滲透作用，有時可藉由運輸蛋白提高效率 (E)滲透作用均需要消耗能量。

【答案】：BD

範例 3

右圖代表酵素作用的模式圖，下列敘述哪些正確？(應選三項)

- (A) A 為受質，B 為酵素 (B) C 是一不穩定的化合物 (C)有 B 存在時，其活化能較高 (D)此反應為同化作用 (E)反應後 B 可重複使用。

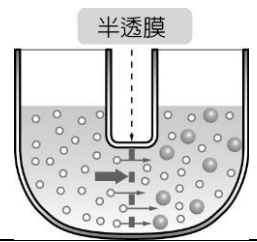


【答案】：ABE

範例 4

如右圖，一個 U 形管中間隔著一層半透膜，半透膜兩邊的溶液濃度不相同。請問下列何項敘述正確？(提示：溶質為大分子)(應選兩項)

- (A)水分子會從高張溶液往低張溶液移動 (B)水分子會從滲透壓高處往滲透壓低處移動 (C)達成平衡時，半透膜兩側的溶液濃度相同 (D)達成平衡時，半透膜兩側的溶液高度相同 (E)達成平衡時，右側溶液的高度較高。

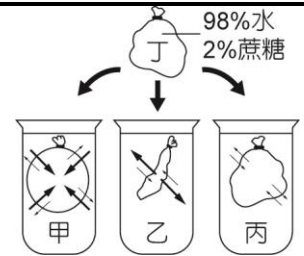


【答案】：CE

範例 5

甲、乙、丙是三種不同濃度的蔗糖溶液，若將半透膜的囊袋丁（內含 2% 蔗糖溶液）分別置入甲、乙、丙，10 分鐘後的結果如下圖所示。推測原先甲、乙、丙三種溶液的物理性質為何？(應選兩項)

- (A)濃度高低：甲>乙>丙 (B)濃度高低：乙>丙>甲
(C)濃度高低：丙>甲>乙 (D)滲透壓高低：甲>丙>乙
(E)滲透壓高低：乙>丙>甲。

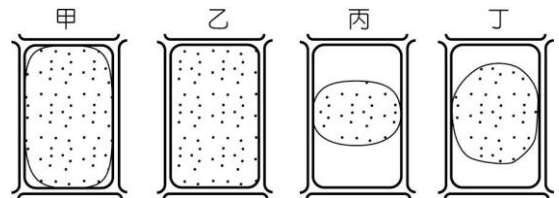


【答案】：BE

範例 6

取水蘊草一葉片，切成四片，分別置於甲、乙、丙、丁四種不同濃度的食鹽水中，數分鐘後，取出用顯微鏡觀察，結果如下圖所示，由該結果可知：(應選三項)

- (A)丙之濃度最大 (B)水蘊草葉細胞之鹽濃度與乙相近
(C)食鹽溶液不能通過細胞膜 (D)水蘊草葉細胞之滲透壓大於或等於乙 (E)經丁溶液處理的葉細胞其滲透壓變大。

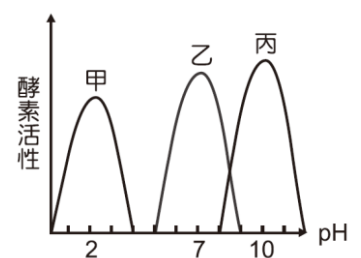


【答案】：ABE

範例 7

右圖為甲、乙、丙 3 種人體內的消化酵素在不同酸鹼度下的活性表現結果。下列選項哪些正確？(應選三項)

- (A)甲可能是胃蛋白酶，成分為蛋白質 (B)甲可能是胰蛋白酶，最佳作用酸鹼度為中性 (C)乙可能是唾液澱粉酶，可分解澱粉，且乙在反應前後不發生變化 (D)丙可能是胰纖維素酶，可分解纖維素，在鹼性下活性最佳 (E)丙可能是胰澱粉酶，成分為蛋白質可分解澱粉。



【答案】：ACE