

電的基本觀念

重點整理

1. 物質及原子的結構

				帶電量	質量	
水	水分子	H ₂	H	↗ 質子 +1.602×10 ⁻¹⁹ 庫倫	1.6729×10 ⁻²⁷ 公斤	
	H ₂ O	O	O			
物質	→ 分子	→ 元素	→ 原子	→ 中子	0	1.6751×10 ⁻²⁷ 公斤
				↘ 電子	-1.602×10 ⁻¹⁹ 庫倫	9.107×10 ⁻³¹ 公斤

具有質量、佔有空間
物理方法
保有原物理特性
化學方法
失去原物理特性

- (1) 以物理方法分割，未改變原有物質特性之最小微粒→分子
- (2) 分子以化學方式分解，失去原有物質特性之最小微粒→原子
- (3) 原子組成：

任何物質的原子皆由質子、中子及電子三者構成。原子構造在中央部份為原子核，核中包含質子與中子，核外有電子環繞原子核運轉，原子中質子數與電子數相等，且等於該元素之原子序數，核內質子數與中子數之和等於該原子之原子量。原子最外層軌道上之電子稱為價電子。質子、中子及電子之質量與所帶之電量如下表。

	原子核內		原子核外
	中子	質子	電子
帶電量	0 庫倫	+1.602×10 ⁻¹⁹ 庫倫	-1.602×10 ⁻¹⁹ 庫倫
質量	1.6751×10 ⁻²⁷ 公斤	1.6729×10 ⁻²⁷ 公斤	9.107×10 ⁻³¹ 公斤

Ex:一個質子所帶的電量為 (A)1.6×10¹⁹庫倫 (B)1.6×10²⁷庫倫 (C)1.6×10⁻¹⁹庫倫 (D)1.6×10⁻²⁷庫倫。

解答 C

2. 電子排列

主層	K	L	M	N	O	P	Q
最大電子數 2N ²	2	8	18	32	50	72	98
副層	s	p	d	f	g	h	i
最大電子數 2+4x(m-1)	2	6	10	14	18	22	26

Ex:根據近代原子理論，電子按照 K、L、M、N、O、P、Q 層之順序由內向外排列，則 L 層之最大電子數是 (A)2 (B)8 (C)18 (D)32 (E)64。

解答 B

3. 八隅體說：原子最外層運行軌道電子數有趨向八個穩定之特性。
4. 最外層電子稱為價電子，以價電子多寡區分導電性如下。
- (1) 價電子 $<4 \rightarrow$ 導體
 - (2) 價電子 $=4 \rightarrow$ 半導體
 - (3) 價電子 $>4 \rightarrow$ 絕緣體

Ex: 半導體的原子結構中，最外層軌道上的電子數 (A) 多於4個 (B) 少於4個 (C) 等於4個 (D) 不一定。

解答 C

5. 游離（電離）：施加外能使電子脫離軌道而自由活動（自由電子）之過程稱為游離或電離。
6. 正離子：原子失去電子，而使此原子呈現出正電荷，則稱為陽離子(cation)或正離子。
7. 負離子：原子獲得電子，則原子便呈帶負電，稱為陰離子(anion) 或負離子。

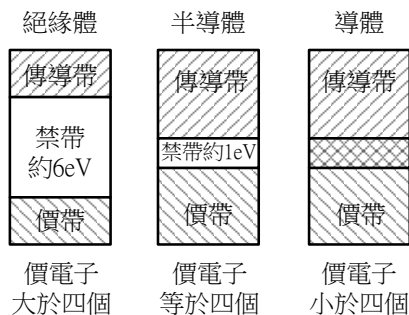
Ex: 已知鍺(Ge)的原子序 $=32$ ，原子量 $=72$ ，係第四週期的元素，則下列何者有誤？ (A) 質子數 $=$ 電子數 $=32$ (B) 中子數 $=40$ (C) 主層軌道數 $=$ 週期數 $=4$ (D) 價電子數 $=4$ (E) 束縛電子數 $=40$ 。

解答 E

Ex: 某一物質含有 15 個質子，14 個電子，則該物質為 (A) 負離子 (B) 呈中性原子 (C) 正離子 (D) 非導體。

解答 C

8. 能階：不同軌道的能量之差。



傳導帶：自由電子佔據的能帶，電子可以自由活動，不受原子核束縛。

禁止帶：傳導帶與禁止帶的能量差，禁止帶內沒有任何電子。

價電帶：價電子佔據的能帶，價電子不能自由移動。

電荷：物質在正常穩定狀態時，原子內之質子數與電子數相同，而使物質呈現不帶電，當物質失去電子時該物質即帶正電荷，反之，當獲得電子時該物質即帶負電荷。

1 個電子 $=1.6 \times 10^{-19}$ 庫倫(coulomb)

1 庫倫 $=6.25 \times 10^{18}$ 個電子

電荷特性：

- (1) 電荷分成兩種：正電荷、負電荷
- (2) 電荷具有同性相斥、異性相吸特性
- (3) $Q=I \cdot t$

Ex: 某一物質含有 11 個質子，10 個電子，該物質含電量為 (A) 1.76×10^{-20} 庫倫 (B) 1.76×10^{-18} 庫倫 (C) -1.6×10^{-19} 庫倫 (D) 1.6×10^{-19} 庫倫。

解答 D

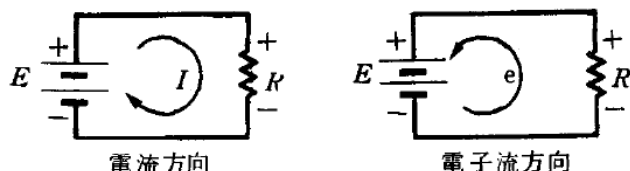
9. 電流：電流大小定義為在單位時間內，通過導體截面積之電荷量。

電流： $I(\text{安培}) = \frac{Q(\text{庫倫})}{t(\text{秒})}$ 。(A:ampere)

- (1) 在電池上常見的單位為 mA·h (毫安·小時)，例如 500mA·h 代表這顆電池能夠提供 $500\text{mA} \times 1\text{hr} = 1800$ 庫倫的電子，亦即提供一耗電量為 500mA 的電器使用一小時的電量。
 Ex: 電池的容量即電池所能供應之 (A) 電壓與電流之乘積 (B) 電壓與時間之乘積 (C) 電流與時間之乘積 (D) 電流平方與時間之乘積 (E) 電壓與電量之乘積。

解答 C

- (2) 電流的方向是假設與正電荷移動方向一致，但實際移動的是自由電子，故電子流動的方向係與慣用的電流方向相反。電流的速率與光的速率相等，但電子流動的速率卻很慢。
 (3) 電流方向在電動勢內部是由負到正，而在電阻是由正到負。



- Ex: 某線圈每分鐘有 1.2 庫倫的電量通過，則線圈電流為 (A) 1.2A (B) 2.0A (C) 72A (D) 0.02A。

解答 D

- Ex: 一般所稱之電流，其流向與電子流的方向 (A) 相同 (B) 相反 (C) 受環境所控制 (D) 無法決定。

解答 B

- Ex: 有關電流之敘述，下列何者正確？ (A) 每秒通過某截面之電量為 1 安培稱 1 庫倫 (B) $I = \frac{Q}{t}$ (C) 慣用電流方向和電子流方向相同 (D) 一庫倫電量相當於 1.6×10^{19} 個電子。

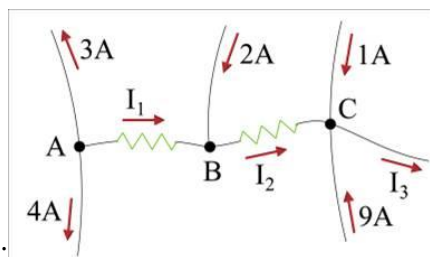
解答 B

- Ex: 有關電流的敘述何者錯誤？ (A) 每秒鐘通過導體任一截面積之電量 (B) 就同一電流而言，電子移動速率與導線截面積成正比 (C) 慣用電流方向與電子流的方向相反 (D) 就同一導體而言，電子移動速率與外加電壓成正比。

解答 B

※ 克希荷夫電流定律 (KCL): 流入一節點的電流之合等於流出該節點的電流之合。

$$\sum I_{\text{流入}} = \sum I_{\text{流出}}$$



Ex: $I_1 = -7\text{A}$, $I_2 = -5\text{A}$, $I_3 = 5\text{A}$

10. 電壓及電位差：移動單位電荷量所需的功稱為電位或電動勢。

$$\text{電動勢: } V(\text{伏特}) = \frac{W(\text{焦耳})}{Q(\text{庫倫})} \text{ 伏特 (volt)}$$

- (1) 電荷在電場之中受吸力或斥力而移動，其移動就作了功，能使電荷作功的原動力就是電動勢 (E.M.F.)，簡稱電勢亦稱電壓。

(2) 電位 (potential) 就是電荷所帶電量的位能，電路中兩點電位之差就是電位差 (potential difference)。

Ex: 一帶有3庫倫之電荷，由a點移至b點，所作之功為12焦耳，則a、b兩點之電位差為 4 伏特。

(3) 電子由低電位移動至高電位時 (逆電場方向)，電子的位能減少，電位上昇。

Ex: 有 3×10^{-3} 庫倫的正電荷從B點移向A點需作功0.15焦耳，若 $V_A = 80$ 伏特；則 V_B 為 30 伏特。

Ex: 將正電荷由低電位處移至高電位處，其所作之功為 正功。

Ex: 某 12V 的汽車電池，若是儲存有 200C 的電量，則可作功若干焦耳？ (A)200J (B)1400J (C)2400J (D)3000J。

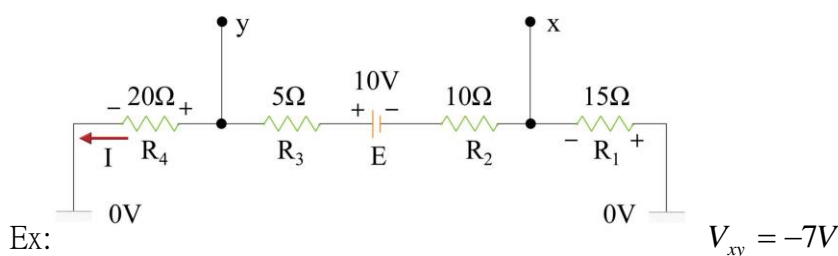
解答 C

Ex: 驅使電荷移動而作功的原動力稱為 (A)電動勢 (B)電壓降 (C)端電壓 (D)電位差。

解答 A

※ 克希荷夫電壓定律 (KVL)：一閉迴路內的電壓升之合等於該閉迴路內的電壓降之合。

$$\sum V_{升} = \sum V_{降}$$



11. 功與功率：功是施給物體一定的力(F)，使物體沿力的方向移動，其移動距離為 S，則不變的力乘以力在作用期間所移動之距離，稱為功； $W = F \times S$ 。功與能量之符號同為 W，而在 SI 單位制之單位為焦耳(joule)，等於牛頓-公尺(NT-m)，亦可轉換為公斤-公尺(kg-m)， $1J = 1NT \cdot m = 1/9.8 \text{ kg} \cdot m$ 。單位時間所做的功或消耗電能量的比率，稱為電功率。

$$P(\text{瓦特}) = \frac{W(\text{焦耳})}{t(\text{秒})}$$

Ex: 將 2 庫倫之正電荷在 5 秒內由電位 20V 處移至 80V 處，則電功率為 (A)600 (B)12 (C)24 (D)120 (E)160 瓦特。

解答 C

12. 電能：在電路中，若兩點間之電位差為 V(伏)，則將 Q 庫倫之電荷自一點移至另一點時，所做的功稱為電能，以 W 表示其單位為焦耳。

$$W(\text{焦耳}) = Q \times V = P(\text{瓦特}) \times t(\text{秒})$$

電能一般使用焦耳為單位，1 焦耳 = 1 庫倫-伏特 = 1 瓦特-秒，焦耳有時嫌其單位太小，而用"度電"示。1 度電之定義如下：1 度電 = 1 仟瓦小時 = 1kwh = 1000 瓦特 x 3600 秒 = 3.6×10^6 瓦特-秒 = 3.6×10^6 焦耳

※能量

位能	$W(J) = m(kg) \times g(9.8 \frac{m}{sec^2}) \times h(m)$
動能	$W(J) = \frac{1}{2} \times m(kg) \times v^2(\frac{m}{sec})$
功	$W(J) = F(nt) \times S(m)$
電學	1 焦耳=1 瓦特 · 秒

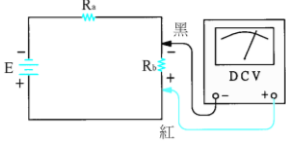
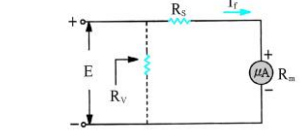
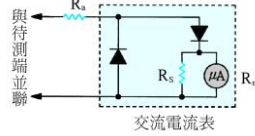
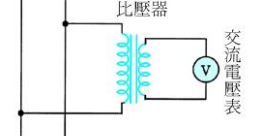
Ex:有一段導線在三秒內通過 24C 電量，又再 1 分鐘的時間將 720J 電能轉換成熱能，則此段導線的端電壓為 (A)1 (B)1.5 (C)2 (D)2.5 V。

$$V = \frac{P \times t}{Q} = \frac{\frac{720}{60} \times 3}{24} = 1.5V$$

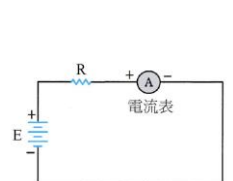
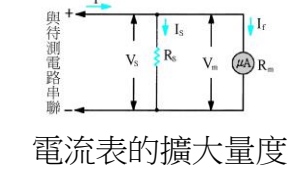
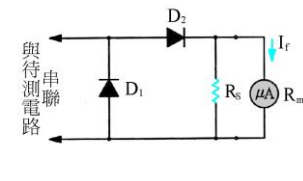
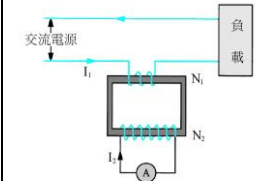
解答

 B

13. 電壓的量測：理想電壓表內阻為 ∞ ，測量時表頭與待測並聯。

 <p>直流電壓的量度</p>	 <p>電壓表的擴大量度</p> $\begin{aligned} \because V_1 &= IR_m \\ V_2 &= IR_v \\ V_3 &= V_1 + V_2 = I(R_m + R_v) \\ \therefore R_m &= \frac{V_3}{I} - R_v = \frac{V_3}{\frac{V_2}{R_v}} - R_v \\ &= \frac{V_3}{V_2} R_v - R_v = (\frac{V_3}{V_2} - 1) R_v \end{aligned}$	 <p>交流電壓表</p>	 <p>使用比壓器測量交流電壓</p>
--	--	--	---

14. 電流的量測：理想電流表內阻為 0，測量時表頭與待測串聯。

 <p>直流電流的連接</p>	 <p>電流的擴大量度</p> $\begin{aligned} \because LR_m &= LR_v \\ \therefore R_v &= \frac{LR_m}{L} = \frac{I_s}{I - I_s} R_m \\ &= \frac{I}{I - I_s} R_m \end{aligned}$	 <p>交流電流表</p>	 <p>使用比流器測量交流電流</p>
--	--	---	--

15. 效率

- (1) 效率 $\eta = \frac{\text{輸出}}{\text{輸入}} \times 100\%$
- (2) 總效率 $\eta_T = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \dots \times \eta_n$ (系統串接時)
- (3) 渦流損： $P_e = K_e t^2 B_m^2 f^2 G$ (單一疊片)

渦流損失 P_e : 瓦特 渦流常數 K_e

疊片厚度 t : 公尺, 最大磁通密度 B_m : 特斯拉, 頻率 f : 赫茲, 重量 G : 公斤

(4) 磁滯損: $P_h = K_h B_m^X fG$

磁滯損失 P_h : 瓦特 渦流常數 K_h 最大磁通密度 B_m : 特斯拉 頻率 f : 赫茲 重量 G : 公斤

司坦麥茲指數 X : B_m 在 1 特斯拉以下, X 以 1.6 計算; B_m 在 1 特斯拉以上, X 以 2 計算。

Ex: 220V、5 馬力的直流電動機, 於滿載運轉期間由電源輸入 3.73×10^6 焦耳, 電動機的滿載效率為 84%, 則請計算電動機大約運轉了多少分鐘? (A)5 (B)14 (C)18 (D)22 分鐘。

解答

 B

16. 波形計算:

(1) 平均值: 平均值為一週期內電壓或電流曲線所包總面積平均之值, 以 V_{av} 、 I_{av} 表示

$$\text{平均值 (a.v.): } a.v. = \frac{\text{曲線下總面積之合}}{\text{曲線的寬度}}$$

(2) 有效值: 有效值為一交流電加於一電阻器, 所生之熱與一直流電加於該電阻所生之熱相同時, 稱此直流電之值為交流電壓或電流之有效值, 或稱均方根值以 V_{rms} 、 I_{rms} 表示

$$r.m.s. = \sqrt{\frac{\text{曲線平方的總面積之合}}{\text{曲線的寬度}}}, \quad V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

※組合波形之有效值計算

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \left[\int_0^{T_1} (\text{方波})^2 dt + \int_{T_1}^{T_2} (\text{三角波})^2 dt + \int_{T_2}^T (\text{弦波})^2 dt \right]} = \sqrt{\left[\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} (\text{方波})^2 dt \right] \times \frac{T_1}{T} + \left[\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} (\text{三角波})^2 dt \right] \times \frac{T_2 - T_1}{T} + \left[\frac{1}{T - T_2} \int_{T_2}^T (\text{弦波})^2 dt \right] \times \frac{T - T_2}{T}}$$

$$= \sqrt{(\text{方波})_{rms}^2 \times \frac{T_1}{T} + (\text{三角波})_{rms}^2 \times \frac{T_2 - T_1}{T} + (\text{弦波})_{rms}^2 \times \frac{T - T_2}{T}}$$

(3) 最大值: 最大值為交變電壓或電流, 在一週中最大之瞬時值, 以 V_m 、 I_m 表示

(4) 波峰因數 (C.F.): $C.F. = \frac{\text{最大值}}{\text{有效值}}$

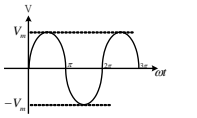
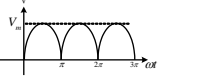
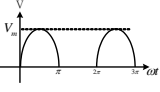
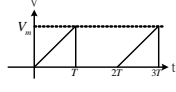
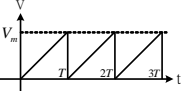
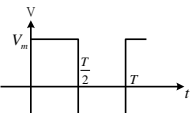
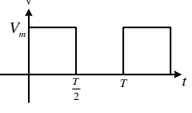
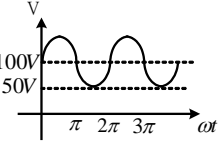
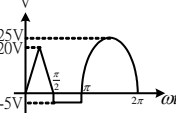
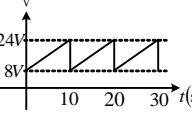
(5) 波形因數 (F.F.): $F.F. = \frac{\text{有效值}}{\text{平均值}}$

各類波形的 $a.v.$ 、 $r.m.s.$ 、 $C.F.$ 與 $F.F.$: ($a.v.$ 與 $r.m.s.$ 的表示方法為最大值的倍數)

波形種類	方波	正弦波	三角波
$a.v.$ (半週)	1	$\frac{2}{\pi} \approx 0.636$	$\frac{1}{2} = 0.5$
$r.m.s.$ (半週)	1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$	$\frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.577$
$C.F.$	1	$\sqrt{2} \approx 1.414$	$\sqrt{3} \approx 1.732$
$F.F.$	1	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1.11$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1.155$

範例練習：

試求下列波形之平均值及有效值

 $V_{av} = \frac{\int_0^{\pi} V_m \sin \theta d\theta}{\pi} = \frac{2V_m}{\pi}$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (V_m \sin \theta)^2 d\theta} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$	 $V_{av} = \frac{\int_0^{\pi} V_m \sin \theta d\theta}{\pi} = \frac{2V_m}{\pi}$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (V_m \sin \theta)^2 d\theta} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$	 $V_{av} = \frac{\int_0^{\pi} V_m \sin \theta d\theta}{2\pi} = \frac{2V_m}{2\pi} = \frac{V_m}{\pi}$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (V_m \sin \theta)^2 d\theta} = \frac{V_m}{2}$ $V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{V_m}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{\pi}{2}} = \frac{V_m}{2}$	 $V_{av} = \frac{\int_0^T \left(\frac{V_m}{T}\right) \times t dt}{2T} = \frac{V_m}{4}$ $V_{av} = \frac{T \times V_m}{2T} = \frac{V_m}{4}$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2T} \int_0^T \left[\left(\frac{V_m}{T}\right) \times t\right]^2 dt} = \frac{V_m}{\sqrt{6}}$ $V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{V_m}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{T}{2T}} = \frac{V_m}{\sqrt{6}}$
 $V_{av} = \frac{\int_0^T \left(\frac{V_m}{T}\right) \times t dt}{T} = \frac{V_m}{2}$ $V_{av} = \frac{T \times V_m}{2T} = \frac{V_m}{2}$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left[\left(\frac{V_m}{T}\right) \times t\right]^2 dt} = \frac{V_m}{\sqrt{3}}$	 $V_{av} = V_m$ $V_{rms} = V_m$	 $V_{av} = \frac{V_m}{2}$ $V_{rms} = \sqrt{(V_m)^2 \times \frac{T}{2}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$	 $V_{av} = 100V$ $V_{rms} = \sqrt{100^2 + \left(\frac{50}{\sqrt{2}}\right)^2} = 106V$
 $V_{av} = \frac{20}{2} \times \frac{\pi}{2\pi} + (-5) \times \frac{\pi}{2\pi} + \left(\frac{2}{\pi} \times 25\right) \times \frac{\pi}{2\pi} = 9.2V$ $V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{\pi}{2\pi} + (-5)^2 \times \frac{\pi}{2\pi} + \left(\frac{25}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{\pi}{2\pi}} = 14V$	 $V_{av} = \frac{\int_0^{10} \left(\frac{8}{5}t + 8\right) dt}{10} = 16 \quad \text{或} \quad V_{av} = \frac{8 + 24}{2} \times \frac{10}{10} = 16$ $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{10} \int_0^{10} \left[\frac{8}{5}t + 8\right]^2 dt} = \sqrt{\frac{832}{3}} \quad \text{或} \quad V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{8}{\sqrt{3}}\right)^2 + 16^2} = \sqrt{\frac{832}{3}}$ $V_{rms} \neq \sqrt{\left(\frac{16}{\sqrt{3}}\right)^2 + 8^2} = \sqrt{\frac{448}{3}}$ <p>直流+上下對稱波形，可分解計算</p>		

17. 單位

國際單位制基本單位是一系列由物理學家訂定的基本標準單位。國際單位制共有七個基本單位。

	常用符號	單位名稱	單位符號
長度	l	公尺 (又稱「米」)	m
質量	m	公斤 (又稱「千克」)	kg
時間	t	秒	s
電流	I	安培	A
熱力學溫度	T	克耳文	K
物量	n	莫耳	mol
光強度	I _v	燭光	cd

單位換算：

電動勢 V ：1 伏特 = 1/300 靜伏

能量 W ：1 焦耳 = 10^7 爾格

電荷量 Q ：1 庫倫 = 3×10^9 靜庫 = $6.25 \times 10^{18} e$

電流 I ：1 安培 = 3×10^9 靜安

時間 t ：秒

電功率 P ：1 馬力 = 746 瓦特 = 550 呎磅/秒

一度電 = 一千瓦小時 = 3.6×10^6 焦耳

一電子伏特(1ev) = 1.602×10^{-19} 焦耳

註：1 個電子 e 帶有 1.6×10^{-19} 庫倫的電量

Ex: 電度的單位為 (A) 呎時 (B) 安培 (C) 伏特 (D) 瓦特。

解答 A

18. 幕次表示

字首名稱		符號	十的乘幂
中文	英文		
兆	tera	T	10^{12}
十億	giga	G	10^9
百萬	mega	M	10^6
千	kilo	k	10^3
百	hecto	h	10^2
十	deka	da	10^1
分	deci	d	10^{-1}
厘	centi	c	10^{-2}
毫	milli	m	10^{-3}
微	micro	u	10^{-6}
奈.毫微	nano	n	10^{-9}
漠.微微	pico	p	10^{-12}

Ex: 10mA 等於 (A)0.1 安培 (B)0.01 安培 (C)0.001 安培 (D)0.0001 安培。

解答 B



歷屆試題精選

- () 1. 電荷的實用單位為 (A)安培 (B)歐姆 (C)庫侖 (D)焦耳。【87 保送甄試】
- () 2. 一庫侖的電量中含有電子數為 (A)1 個 (B) 6.24×10^{18} 個 (C) 1.602×10^{19} 個 (D) 9.107×10^{37} 個。【89 北夜】
- () 3. 若流過某電阻的電流為 6 安培，則每分鐘通過該電阻截面積之電量為多少庫侖？ (A)360 (B)36 (C)6 (D)3 (E)0.1。【89 四技工專】
- () 4. 一電池以定電壓 1.5V 供電 9mA 10 小時，此電池所提供之能量為多少焦耳？ (A)486 (B)243 (C)972 (D)1944。【89 中夜】
- () 5. 下列與電相關的敘述，何者錯誤？ (A)使電荷移動而做之動力稱為電動勢 (B)導體中電子流動的方向就是傳統之電流的反方向 (C)1 度電相當於 1 千瓦之電功

- 率 (D)同性電荷相斥、異性電荷相吸。【92 四技工專】
- () 6. 將 3 庫侖之電荷由 A 點移到 B 點，需作功 18 焦耳，則 A 點與 B 點間之電位差為幾伏特？ (A)3V (B)6V (C)9V (D)12V。【87 四技工專】
- () 7. 某一系統的能量轉換效率為 80%，若損失功率是 400 瓦特，則該系統的輸出功率是多少瓦特？ (A)3200W (B)2000W (C)1600W (D)500W。[90 四技二專]
- () 8. 以一具 800 瓦特的電鍋煮飯 1.5 小時，而電費每度為 3.5 元，則需付之電費為多少元？ (A)8.3 (B)7.2 (C)6.5 (D)5.6 (E)4.2。【89 四技二專】
- () 9. 某一用戶平均每日使用 300 瓦之電冰箱 16 小時，100 之電視機 4 小時及 250 瓦之電燈 6 小時，設電費每度 3 元，則該用戶每 30 日之電費為 (A)603 元 (B)573 元 (C)546 元 (D)588 元。
- () 10. 有一用戶其用電設備及用電時間如下：1000 瓦電熱器 1 只，平均每天用 4 小時，100 瓦電燈 5 只，平均每天用 5 小時，200 瓦電冰箱 1 只，平均每天用 8 小時，求每月用電若干度？(以 30 日計算) (A)243 度 (B)342 度 (C)324 度 (D)432 度。

歷屆試題解答

1. (C) 2. (B) 3. (A) 4. (A) 5. (C) 6. (B) 7. (C) 8. (E) 9. (A) 10. (A)

1. 【安培⇒電流單位，歐姆⇒電阻單位，焦耳⇒能量單位。】
2. 【1 個電子帶 1.602×10^{-19} 庫侖⇒故組成一庫侖須 6.25×10^{18} 個電子數。】
3. 【 $Q = I \times t = 6 \times 1 \times 60 = 360$ (庫侖)，其中 t 以秒計】
4. 【 $W = Q \times V = V \times I \times t = 1.5 \times 9 \text{m} \times 10 \times 60 \times 60 = 486$ (焦耳)】
5. 【(1)使電荷移動而做之動力稱為電動勢 (2)導體中電子流動的方向就是傳統之電流的反方向 (3)1 度電相當於 1 仟瓦-小時之電能(4)同性電荷相斥、異性電荷相吸】
6. 【 $W = Q \times V$, $18 = 3 \times (V_{BA})$ $\therefore V_{BA} = \frac{18}{3} = 6$ (V)】
7. 【效率=輸出 / 輸入=輸出 / (輸出+損失)= 輸出 / (輸出+400)=0.8 \therefore 輸出=1600 瓦特】
8. 【 $W = P \times t = 0.8 \text{kW} \times 1.5 \text{hr} = 1.2$ (kW-hr)=1.2(度) , $\$ = \times 3.5 = 4.2$ (元)】
9. 【 $\{ \{ (300 \times 16) / 1000 \} + \{ (100 \times 4) / 1000 \} + \{ (250 \times 6) / 1000 \} \} \times 30 \times 3 = 603$ 元】
10. 【 $\{ \{ (1000 \times 4) / 1000 + (100 \times 5 \times 5) / 1000 + (200 \times 8) / 1000 \} \} \times 30 = 243$ 元】

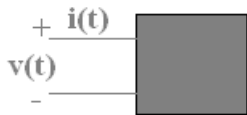
試題演練

- () 1. 一個電子的電量為 1.602×10^{-19} 庫倫，今以每秒 1.0×10^{20} 個電子之速率通過一橫截面為 0.05 吋 \times 0.20 吋之導體，電流密度為 (A)1602 安培 (B)1602 安培/吋² (C)1.602 安培/吋² (D)1.602 安培。
- () 2. 某電池的電位差 4V，供電期間作功 36 焦耳，計算共有多少個電子從負極流向正極？ (A)9 (B) 5.625×10^{19} (C) 1.44×10^{20} (D) 7×10^{17} 。
- () 3. 一 3 馬力，220V 電動機，若滿載輸入功率為 2869W，其效率為若干？ (A)82% (B)78% (C)75% (D)85%。
- () 4. 已知家用電每月基本度數為 40 度，不超過 40 度以 40 度計算，且需收基本電費 88 元。若超過 40 度，每度加收 2.5 元。今有一電熱器 1200 瓦特(W)，每天使用 10 小時，問一個月後(以 30 天計算)，應付電費 (A)88 元 (B)188 元 (C)888 元 (D)988 元。

- () 5. 某 230V 電動機將一台重 2000 磅、效率 80% 的電梯在 10 秒內升高 10 呎距離，則該電動機之馬力為 (A)4.55 馬力 (B)3.35 馬力 (C)10 馬力 (D)14.76 馬力 (E)17.6 馬力。
- () 6. 某導體在 3 秒內任一截面積共通過 24 庫倫電荷，又在 1 分鐘內將 720 焦耳電能轉變成熱能，則此導體之端電壓為 (A)1 (B)1.5 (C)2 (D)4 (E)6 伏特。
- () 7. 有一額定為 100V/1000W 的電熱器，現接於 50V 之電源，則其消耗之電功率為 (A)2000 (B)1000 (C)500 (D)250 W。
- () 8. 有三個完全相同之金屬球 A、B、C，其中 A、B 帶有等量的正電荷，當其相距 r 公尺時，其相互作用力為 4×10^{-5} 牛頓，另一球 C 不帶電，先和 A 接觸後再與 B 接觸，再將 C 移至他處，則 A 與 B 間之相互作用力變為 (A) 0.5×10^{-5} (B) 1×10^{-5} (C) 1.5×10^{-5} (D) 2×10^{-5} (E) 2.5×10^{-5} 牛頓。
- () 9. 若有一銅導線直徑為 0.2cm，通過的電流為 20A，銅的電子密度為 10^{29} 個/立方公尺，則電子在銅線中的平均速度為何？ (A)0.0004 (B)0.00004 (C)0.000004 (D)0.0000004 公尺/秒。
- () 10. 在 5 分鐘內若有 4000C 的電子從導體的一端進入，另一端有 4000C 的電子流出，則導體內的電流為多少安培？ (A)133 (B)13.33 (C)800 (D)1600 安培。
- () 11. 在 M.K.S. 制中，真空中兩個帶正電之球體，帶電量分別為 6×10^{-5} 庫倫與 8×10^{-4} 庫倫，當兩球相距 4 公尺時其互相作用力為多少牛頓？ (A)-3 牛頓 (B)3 牛頓 (C)4 牛頓 (D)27 牛頓。
- () 12. 將 0.25 庫倫的正電荷由電位為 70 伏特處移至 A 點，須作正功 10 焦耳，則 A 點的電位為 (A)30 (B)40 (C)70 (D)110 (E)150 伏特
- () 13. 一電路上每秒有 3.125×10^{16} 個電子向右，有 6.25×10^{16} 個電洞向右，則電流為 (A)0.5A (B)1.0A (C)15A (D)5mA (E)1.5mA。
- () 14. 1 伏特等於 (A) 10^8 (B)300 (C) $\frac{1}{300}$ (D) 10^{-8} (E) $\frac{1}{3} \times 10^8$ 靜伏。
- () 15. 某 12V 汽車電池，若儲存有 2×10^5 庫倫之電荷，則可作功若干焦耳？ (A) 2.4×10^6 (B) 3.84×10^{-13} (C) 0.66×10^5 (D) 1.06×10^{-14} (E) 6×10^{-5} 。
- () 16. 一帶有 3 庫倫之電荷，由 a 點移至 b 點，所作之功為 12 焦耳，則 a、b 兩點之電位差為 (A)64 (B)0.25 (C)4 (D)20 伏特。
- () 17. 有一部 4Hp 之電動機，輸入電功率為 4kW，其效率為 (A)100% (B)93.25% (C)125% (D)74.6%。
- () 18. 若是有一系統內部是由三個子系統串聯而成，子系統效率各為 90%、86%、50%，若是輸入能量為 200J，則輸出能量為何？ (A)23.5J (B)42.8J (C)77.4J (D)89.5J。
- () 19. 電容器儲存了 6.25×10^{20} 個電子，若是以 1A 電流輸出，則可以供應多久時間？ (A)10 (B)100 (C)1000 (D)10000 秒。
- () 20. 導線中每分鐘有 1800 庫倫之電量通過，則電流為 (A)1080A (B)3A (C)30A (D)108A。
- () 21. 某電阻器之電阻值標示為 $10G\Omega$ ，若將之換算呈 $M\Omega$ ，則應為多少？ (A) $10^{-6}m\Omega$ (B) $10^{-5}m\Omega$ (C) $10^{13}m\Omega$ (D) $10^{12}m\Omega$ 。【90 四技二專】
- () 22. 電流、能量、電導、磁通的國際單位制符號分別是 (A)V、J、S、Wb (B)V、C、 Ω 、H (C)A、J、S、H (D)A、J、S、Wb。【89 四技二專】
- () 23. 一電路的電源電壓為 2V，電流為 10mA，則電阻應為 (A)20 Ω (B)200 Ω (C)2k Ω (D)20k Ω 。【89 四技二專】
- () 24. 某導線上之電流為 3A，則在 10 分鐘內流過該導線之電量是多少？ (A)30 庫倫

(B)90 庫侖 (C)300 庫侖 (D)1800 庫侖。【89 四技二專】

- () 25. 將 10 庫侖電荷，在 5 秒內由電位 10V 處移到 70V 處，則平均功率為 (A)30W (B)60W (C)120W (D)240W。【82、85 台中專夜】
- () 26. 下列對各種單位的敘述，何者錯誤？ (A)高斯/平方公分 是磁通密度的單位 (B)牛頓/庫侖 是電場強度的單位 (C)焦耳是能量的單位 (D)庫侖/平方公尺 是電通量的單位[90 四技二專]
- () 27. 有一台 2Hp 的電動機，其效率為 80%，則其輸入電功率為 (A)1865W (B)1492W (C)1194W (D)746W。【89 四技二專】
- () 28. 如圖所示，此方塊為某一電路元件，其端電壓為 $v(t)$ ，端電流為 $i(t)$ ， $t < 0$ 時， $i(t) = 0$ ，且 $v(t) = 0$ ； $t \geq 0$ 時， $i(t) = 10e^{-2000t}$ A，且 $V(t) = 50^{-2000t}$ V，試問 $0 \leq t \leq \infty$ 間傳送到此電路元件的總能量為多少？ (A)75mJ (B)100mJ (C)125mJ (D)150mJ。



- () 29. 100W 燈泡使用 20 小時，損耗幾度電？ (A)0.1 度 (B)0.2 度 (C)1 度 (D)2 度。
- () 30. 抽水馬達輸入的電壓和電流為 110V 和 7.98A，若其效率為 0.85，求馬達輸出多少馬力？ (A)1 (B)2 (C)1.25 (D)0.75 馬力。
- () 31. 有一電容器的電容值為 10 nF，其中英文字母 n 代表的數值是 (A) 10^{-3} (B) 10^{-6} (C) 10^{-9} (D) 10^{-12} 【94 四技二專】
- () 32. 有一抽水馬達輸入功率為 500 瓦特，若其效率為 80%，求其損失為多少？ (A) 100 瓦特 (B) 200 瓦特 (C) 400 瓦特 (D) 500 瓦特 【94 四技二專】
- () 33. 有一家用 110 伏特、60 瓦特的燈泡，接於 110 伏特的交流電源，求流過燈泡的電流為多少？ (A) 60 mA (B) 545 mA (C) 1833 mA (D) 6600 mA 【94 四技二專】
- () 34. 常用的電學單位中，電能的單位為 (A) 庫倫 (B) 瓦特 (C) 焦耳 (D) 特斯拉 【94 四技二專】

試題演練解答

1. (B) 2. (B) 3. (B) 4. (C) 5. (A) 6. (B) 7. (D) 8. (C) 9. (A) 10. (B)
11. (D) 12. (D) 13. (D) 14. (C) 15. (A) 16. (C) 17. (D) 18. (C) 19. (B) 20. (C)
21. (C) 22. (D) 23. (B) 24. (D) 25. (C) 26. (A) 27. (A) 28. (C) 29. (D) 30. (A)
31. (C) 32. (A) 33. (B) 34. (C)

$$1. D = \frac{I}{A} = \frac{1 \times 10^{20} \times 1.602 \times 10^{-19}}{0.05 \times 0.2} \doteq \frac{16.02}{0.01} \doteq 1602 \text{ 安培/吋}^2$$

$$2. W = Q \cdot E \text{ 且 } 1C = 6.25 \times 10^{18} \text{ 個電子 } Q = \frac{W}{E} = \frac{36J}{4V} = 9C = 9 \times 6.25 \times 10^{18} = 5.625 \times 10^{19} \text{ 個電子}$$

$$3. \eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{3 \times 746}{2869} = 0.78 = 78\%$$

4. $W = \frac{1200}{1000} \text{ kW} \times (10 \text{ hr} \times 30) = 360 \text{ 度}$ 電費 = $2.5 \times (360 - 40) + 88 = 888 \text{ 元}$
5. $1 \text{ Hp} = 550 \text{ 呎} \cdot \text{磅} / \text{秒}^2 \quad \therefore P = \frac{W_{in}}{550t} = \frac{\frac{Fd}{\eta}}{550t} = \frac{2000 \times 10}{80\% \times 10 \times 550} \doteq 4.55 \text{ Hp}$
6. $I = \frac{Q}{t} = \frac{24 \text{ C}}{3 \text{ sec}} = 8 \text{ A}$ $P = \frac{W}{t} = \frac{720 \text{ J}}{60 \text{ sec}} = 12 \text{ W} = I \times E = 8E$
 $E = \frac{P}{I} = \frac{12}{8} = 1.5 \text{ V}$
7. $P' = P \left(\frac{E'}{E} \right)^2 = 1000 \times \left(\frac{50}{100} \right)^2 = 250 \text{ W}$
8. 若 A 與 B 球各帶電量為 Q 則 $F = K \frac{QQ}{r^2} = 4 \times 10^{-5}$
 C 與 A 接觸後 $A = C = Q/2$ ，C 與 B 接觸後 $B = C = 3Q/4$ 故
 $F' = K \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{3}{4} Q}{r^2} = \frac{3}{8} K \frac{QQ}{r^2} = \frac{3}{8} \times 4 \times 10^{-5} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ (N)}$
9. $V_e = \frac{1}{n \cdot e} \cdot \frac{I}{A} = \frac{1}{10^{29} \times 1.602 \times 10^{-19}} \times \frac{20}{\frac{\pi}{4} \times (0.2 \times 10^{-2})^2} \doteq 0.0004 \text{ 公尺} / \text{秒}$
10. $I = \frac{Q}{t} = \frac{4000 \text{ C}}{5 \times 60 \text{ sec}} = 13.33 \text{ A}$
11. $F = K_o \frac{Q_1 Q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-5} \times 8 \times 10^{-4}}{4^2} = 27 \text{ 牛頓}$
12. $\therefore W_{AB} = q(V_A - V_B) \quad \therefore V_A = \frac{W_{AB}}{q} + V_B = \frac{10}{0.25} + 70 = 110 \text{ V}$
13. $I = \frac{n_p - n_e}{6.25 \times 10^{18} \cdot t} = \frac{6.25 \times 10^{16} - 3.125 \times 10^{16}}{6.25 \times 10^{18} \times 1} = 5 \times 10^{-3} \text{ A} = 5 \text{ mA}$
- 14.
15. $W = QE = 2 \times 10^5 \text{ C} \times 12 \text{ V} = 24 \times 10^5 \text{ J} = 2.4 \times 10^6 \text{ J}$
16. $V_{ba} = \frac{W_{ba}}{q} = \frac{12}{3} = 4 \text{ V}$
17. $\eta_m = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{4 \times 746}{4 \times 10^3} \times 100\% = 74.6\%$
18. 輸出能量 $W_{out} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times W_{in} = (90\%)(86\%)(50\%)(200 \text{ J}) = 77.4 \text{ J}$
19. $Q = \frac{6.25 \times 10^{20}}{6.25 \times 10^{18}} = 100 \text{ C}$ $t = \frac{Q}{I} = \frac{100}{1} = 100 \text{ 秒}$
20. $I = \frac{Q}{t} = \frac{1800}{1 \times 60} = 30 \text{ A}$
21. 某電阻器之電阻值標示為 $10 \text{ G}\Omega$ ，若將之換算呈 $\text{M}\Omega$ ，則應為 $10^{13} \text{ m}\Omega$
【 $10 \text{ G} = 10 \times 10^9 \Omega = 10^{10} \Omega = 10^{10+3} \text{ m}\Omega = 10^{13} \text{ m}(\Omega)$ (其中 $\text{m} = 10^{-3}$)。】
22. 電流、能量、電導、磁通的國際單位制符號分別是 A、J、S、Wb
【電導單位為 S(西蒙)，磁通單位為 Wb(韋伯)。】
23. 一電路的電源電壓為 2V，電流為 10mA，則電阻應為 200Ω

$$\mathbf{【R = \frac{V}{I} = \frac{2}{10\text{m}} = \frac{2}{10 \times 10^{-3}} = \frac{2}{10^{-2}} = 2 \times 10^2 (\Omega)\text{】}}$$

24. 某導線上之電流為 3A，則在 10 分鐘內流過該導線之電量是 1800 庫侖

$$\mathbf{【Q = I \times t = 3 \times 10 \times 60 = 1800(\text{庫侖})\text{】}}$$

25. 將 10 庫侖電荷，在 5 秒內由電位 10V 處移到 70V 處，則平均功率為 120W

$$\mathbf{【P = \frac{W}{t} = \frac{Q \times V}{t} = \frac{10 \times (70 - 10)}{5} = 120(\text{W})\text{】}}$$

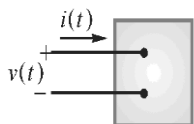
26. 下列對各種單位的敘述

【(1)高斯 是磁通密度的單位 (2)牛頓/庫侖 是電場強度的單位 (3)焦耳是能量的單位 (4)庫侖/平方公尺 是電通量的單位】

27. 有一台 2Hp 的電動機，其效率為 80%，則其輸入電功率為 1865W。

$$\mathbf{【P_0 = 2 \times 746 \Rightarrow \eta = \frac{P_0}{P_i} \quad \therefore P_i = \frac{2 \times 746}{0.8} = 1865(\text{W})\text{】}}$$

28. 下圖所示，此方塊為某一電路元件，其端電壓為 $v(t)$ ，端電流為 $i(t)$ ， $t < 0$ 時， $i(t) = 0$ ，且 $v(t) = 0$ ； $t \geq 0$ 時， $i(t)$ 且 $= 10^{-2000t}$ A，且 $v(t) = 50^{-2000t}$ ，試問 $0 \leq t \leq \infty$ 間傳送到此電路元件的總能量為 125mJ。



$$\mathbf{【\because P = v \times i = 50 \cdot e^{-2000t} \times 10 \cdot e^{-2000t} = 500 \cdot e^{-4000t}, \therefore W = \int_0^{\infty} P dt = \int_0^{\infty} 500 \cdot e^{-4000t} \cdot dt \\ = \frac{500}{-4000} \cdot e^{-4000t} \Big|_0^{\infty} = -\frac{1}{8} (e^{-4000 \times \infty} - e^{-4000 \times 0}) = -\frac{1}{8} \left(\frac{1}{e^{\infty}} - e^0 \right) = -\frac{1}{8} (0 - 1) = \frac{1}{8} =$$

125(mH)，($\because e = 2.71828$)】

- 29.. 100W 燈泡使用 20 小時，損耗幾度電？ (A)0.1 度 (B)0.2 度 (C)1 度 (D)2 度。

$$\mathbf{【(100 \times 20) / 1000 = 2 \text{ 仟瓦小時} = 2 \text{ 度}】}$$

30. 抽水馬達輸入的電壓和電流為 110V 和 7.98A，若其效率為 0.85，求馬達輸出多少馬力？
(A)1(B)2 (C)1.25 (D)0.75 馬力。

$$\mathbf{【P = (110 \times 7.98 \times 0.85) / 746 = 1 \text{ 馬力}】}$$

31 $n = 10^{-9}$

32 損失 = 輸入 - 輸出 = 500 - 500 * 0.8 = 100W

33 $P = V * I$ ， $I = 60 / 110 = 545\text{mA}$

- 34 庫倫：電量單位，瓦特：電功率的單位
焦耳：電能單位，特斯拉：磁通密度單位