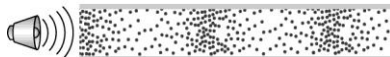
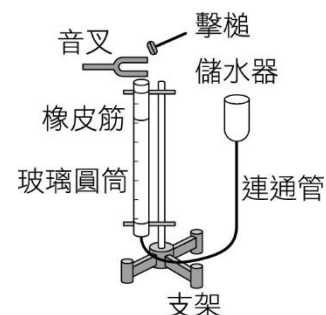
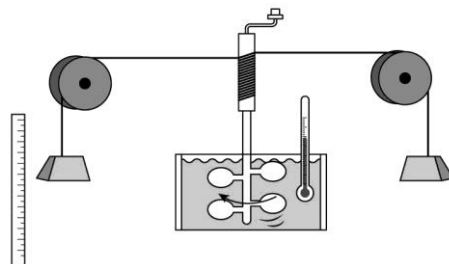


一、單選題(15 小題，每題 3 分，共 45 分)

- () 高處工地不慎掉落物件，施工人員以擴音器大聲通知下方人員閃躲。若不考慮空氣阻力，則下列敘述哪一項正確？（地表重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ）
 (A)音調愈高，聲音傳播速率愈大 (B)音量愈大，聲音傳播速率愈大
 (C)聲音傳播速率與音調及音量均無關 (D)物體自 100 層（每層高 3.3 m）樓處，由靜止自由落下，到達地面時的速率，已快過聲速
- () 如圖所示，一單頻聲波於長管中傳播，空氣分子產生了疏部與密部，下列敘述何者正確？

 (A)疏部中點空氣的壓力為零 (B)不論疏部或是密部，空氣的壓力都相同
 (C)疏部中點空氣分子對其平衡位置之位移為最大 (D)不論疏部或是密部，聲波前進的速率都相同 (E)密部中點與疏部中點的空氣分子振動速率皆為零
- () 聲波在空氣柱內重疊時，可以形成駐波。考慮聲波在一端開口、一端閉口的空氣柱內所形成的駐波，並將聲波視為傳遞空氣分子位移變動的縱波時，下列關於駐波特性的敘述，何者正確？ (A)相鄰兩波節的間距為一個波長 (B)相鄰波節與波腹的間距為 $\frac{1}{4}$ 波長 (C)在閉口處發生建設性疊加 (D)該駐波是由沿相同方向前進的兩波互相重疊而成 (E)開口處為波節
- () 下列關於自然頻率與共振的敘述，何者**錯誤**？ (A)大部分的樂器都有共鳴箱，其目的在藉箱內空氣的共鳴，增強聲音的強度 (B)將振動的甲音叉接近原來沒振動的乙音叉，結果乙音叉亦隨之振動，這是因為兩音叉的頻率相同 (C)在沒有外來的擾動之下，一個物理系統能以一定的頻率持續振動，則此頻率稱為自然頻率 (D)如果可以依物理系統振動的自然頻率加入能量，可以增加該物理系統的振幅 (E)兩發音體要發生共鳴現象必須兩者振動幅度相同
- () 在 15°C 時，將可發出連續音頻的喇叭置於一閉管樂器的開口端作共鳴實驗。已知閉管的長度為 100 cm，且喇叭的頻率範圍為 500 Hz ~ 1000 Hz 之間，則實驗中可以測得幾次的共鳴？ (A)2 (B)3 (C)1 (D)5 (E)4
- () 將一未知頻率的音叉作空氣柱的共鳴實驗。當音叉振動時，調整管內的水面，使自管口處緩緩下降，直至聽到共鳴現象為止，量出此時水面至管的距離為 16cm 之後，再降低水面至距管口為 50cm 的位置時，又聽到共鳴現象。若設聲速為 340m/s，則此音叉的頻率為多少 Hz？
 (A)100 (B)200 (C)300 (D)400 (E)500

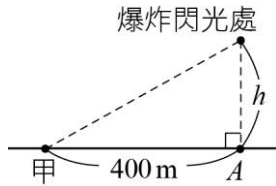


7. () 貓擁有強大的跳躍能力，約可跳身長 5 倍的高度，原因是貓會利用全身進行跳躍，且其靈活的關節與骨骼結構，有利於力量的傳導。在電影《貓的報恩》中，胖胖和男爵兩隻貓垂直跳離地面可達的高度分別為 125 公分和 180 公分，試問兩隻貓跳離地面的初速比值為若干？ (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{2}{3}$ (C) $\frac{4}{5}$ (D) $\frac{3}{4}$ (E) $\frac{5}{6}$
8. () 下列有關溫度的敘述，下列敘述何者正確？ (A) 絕對零度相當於 273.15°C (B) 宇宙背景溫度為 3K ，等於 270°C (C) 物體吸收熱能之後，溫度必上升 (D) 物質的溫度可以到達 10000°C 以上 (E) 液態氮的沸點零下 196°C 大於 87K
9. () 普朗克的假設可由能階的概念來理解。根據量子力學，只有在某些特定能量，系統方能穩定存在，這一系列像階梯狀的能量，稱為該系統的能階。下列關於能階的敘述，何者正確？ (A) 能階的概念，由馬克士威首先提出 (B) 能階間的能量是連續的 (C) 每一能階的能量是固定的，所以能量不能交換 (D) 每一能階的能量是固定的，但能量還是可以交換，只是能量變化是不連續的 (E) 能階的觀念僅適用於熱輻射，不適用於光
10. () 「物質波」的意涵，若以電子的運動為例，下列何者正確？ (A) 電子運動時，可由牛頓運動定律預測出某時刻的位置 (B) 電子運動時，其出現的位置，是一種機率分布 (C) 電子運動時，其位置會做規律性的週期變化 (D) 電子運動時，會製造電磁波輻射 (E) 物質波需要介質傳遞
11. () 將光投射在金屬表面使其產生光電子，再利用磁場引導並選出具有相同速度之電子，使其通過單狹縫後，投射於能夠探測電子的屏幕上，經過一段時間的紀錄，發現在屏幕上各點累積的電子數目，其分布呈現繞射條紋。欲解釋上述的實驗現象，下列敘述何者最適當？ (A) 需用到光及電子的波動性 (B) 需用到光的波動性及電子的粒子性 (C) 需用到光的粒子性及電子的波粒二象性 (D) 需用到光的粒子性，不需用到電子的粒子性或波動性 (E) 需用到電子的粒子性，不需用到光的粒子性或波動性
12. () 下列關於波耳氫原子模型中對原子能階與光譜的敘述，何者正確？ (A) 氫原子只有一個電子，故氫原子光譜只有一條譜線 (B) 電子在繞核作圓周運動時，因有加速度而放出輻射能 (C) 必須不斷地供給能量，以維持電子在固定能階運動 (D) 氫原子所發出之光譜線全為可見光 (E) 電子可以在一些特定能階存在而不輻射
13. () 焦耳的熱功當量實驗，如圖所示，若重錘一個 3 公斤，等速下降 2 公尺，攪拌器中有 200 毫升的水，請問水溫上升多少 $^{\circ}\text{C}$ ？（忽略所有能量損耗且僅水可以吸收能量）（重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ）



- (A) 40 (B) 1.4 (C) 0.14 (D) 70 (E) 0.28

14. () 甲在距 A 點 400 m 遠處觀看某人自 A 鉛直施放煙火，煙火在距地面鉛直高 h 處爆炸，同時發生閃光及炸裂聲，見閃光後 1.5 s 甲聽到聲音，相對聲音，光傳播時間可忽略不計，當時氣溫 5°C ，則 h 約高幾 m？



- (A)400 (B)600 (C)500 (D)300 (E)345

15. () 有一兩端開口的空管，吹氣時可發出 800 Hz 的聲音（不一定為基頻）。若將其一端封閉，可發出 200 Hz 的聲音。聲速 320 m/s，試問此管的長度至少應為多少 m，才能滿足上述條件？ (A)0.8 (B)1.2 (C)0.4 (D)0.2 (E)4.0

二、多選題(11 小題，每題 5 分，共 55 分，錯一個選項扣 2 分)

16. () 在兩端開口的直玻璃管一端，放置一擴音器。若自 50 Hz 開始，逐漸將聲音的頻率調高，測得基音頻率為 100 Hz，設當時的聲速為 340 m/s，則下列敘述哪些正確？(應選 2 項) (A)該玻璃管的長度為 3.4 m (B)若將環境氣溫降低，則第一次共鳴頻率比 100 Hz 低 (C)第三泛音頻率為 400 Hz (D)玻璃管的兩端均為形成位移的節點 (E)若將玻璃管變短，則基音頻率低於 100 Hz
17. () 人耳所能聽見的聲音頻率為 20 Hz~20000 Hz，若當時室溫為 15°C ，則空氣中哪些波長為人可聽到的聲音？(應選 3 項) (A)50 cm (B)50 m (C)5 m (D)5 cm (E)500 m
18. () 當人在浴室內唱歌時，由於回聲效應，歌聲常會明顯地變得比較連貫而響亮，聽起來更為悅耳。下列哪兩項因素是浴室能使歌聲引起明顯改變的最主要原因？(應選 2 項) (A)浴室的地板與牆壁表面鋪有瓷磚 (B)入浴時，人的精神較為愉快振奮 (C)浴室的空間狹窄，門窗也都關閉 (D)在浴室中的空氣聲速快
19. () 當聲速為 352m/s 時，對一管樂器發出的聲音，進行頻率對強度的量測實驗，其結果如圖所示，則下列敘述哪些正確？(應選 2 項)
- (A)此管樂器為開管 (B)此管樂器為閉管 (C)此樂器所發聲音的音色，完全由頻率 880Hz 的聲音決定 (D)此樂器的長度約為 40cm (E)若空氣溫度升高且樂器的熱脹冷縮效應可忽略，則樂器發聲的頻率不變
-
20. () 聲納裝置向水中發出的超聲波，遇到障礙物（如魚群，潛艇，礁石等）後被反射，測出從發出超聲波到接收到反射波的時間及方向，即可算出障礙物的方位；雷達則向空中發出電磁波，遇到障礙物後被反射，同樣根據發射電磁波到接收到反射波的時間及方位，即可算出障礙物的方位。超聲波與電磁波相比較，下列敘述哪些正確？(應選 2 項) (A)這兩種波都既可以在介質中傳播，也可以在真空中傳播 (B)超聲波與電磁波傳播時都向外傳遞了能量

(C)空氣中的聲波屬於縱波，電磁波為橫波，在傳播時，每一個週期內均向前傳播了一個波長 (D)利用超聲波與電磁波反射測量距離時，反射回來的波動能量與頻率皆與原波相同 (E)在空氣中傳播的速度與其他介質中傳播的速度相比較，這兩種波在空氣中都具有較大的傳播速度

21. () 下圖為空氣柱內向 $+x$ 方向行進的聲波，在某一時刻的介質振動位移(y)與位置(x)的函數圖，介質位移 y 向右為正，向左為負，則下列敘述哪些正確？(應選3項)



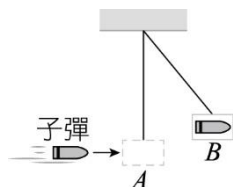
(A)位置甲的介質振動速度最小，是密部 (B)位置乙的介質壓力最大，是密部
(C)位置丙的介質振動速度為零 (D)位置丙的空氣壓力最小 (E)位置丁的介質壓力最小，是疏部

22. () 有關微觀尺度下氣體的敘述，下列哪些是正確的？(應選2項) (A)在微觀的尺度下，氣體粒子總是固定不動，僅有位能 (B)在微觀的尺度下，氣體粒子總是持續不停地運動著，既帶有動能，也有位能 (C)理想氣體分子間的位能可被忽略 (D)理想氣體分子間的位能不可被忽略 (E)高溫處的氣體分子動能一定比低溫處的氣體分子大

23. () 能量守恆是物理最重要的守恆定律之一，但能源危機卻又是科學家關切的問題。下列關於能量或能源的敘述哪些正確？(應選2項) (A)各種不同形式的能量間可以互相轉換 (B)人類利用機械時，在能量轉換過程中不可避免地會產生無法再回收的熱能，雖然總能量守恆，但可利用的能量卻減少了，故有能源危機 (C)能量守恆只有在實驗室中才成立，所以生活中的能量總有被用完的一天，因此能源危機是真的 (D)既然能量是守恆的，所以能量是用不完的，能源危機危言聳聽而已 (E)不同形式的能量在轉換過程中，其總值會減少，故有能源危機

24. () 科學家已經了解光源與光譜的關係，所以藉由觀測遙遠天體的光譜，可以獲得其訊息。下列有關光譜的敘述，哪些正確？(應選2項) (A)太陽的可見光光譜為發射光譜 (B)只有少數幾種原子才可能有發射光譜或吸收光譜 (C)如果在白熾燈泡四周有一團低溫的氣體，氣體會吸收能量而產生發光的明線 (D)白熾燈泡發出的光譜為連續光譜 (E)如果氣體中的電子吸收了能量之後，電子躍遷至高能量狀態，當電子跳回低能量狀態，便會發出特定波長的明線，稱為發射光譜

25. () 如圖表示某子彈在 A 點時射中木塊，且停留在木塊中，使木塊盪到最高處 B 點。則到達 B 點時，子彈原有的動能變成下列哪些？(應選2項)



(A)熱能 (B)重力位能 (C)木塊的動能 (D)化學能 (E)以上皆非

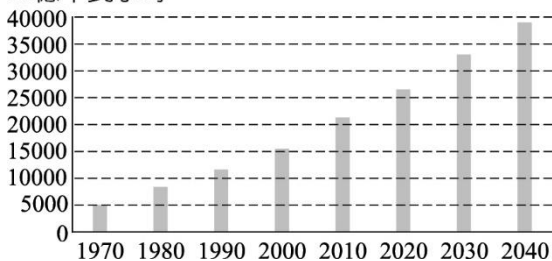
26. () 光電效應是光具有粒子性的實驗證據，今以單色光照射金屬表面後，金屬表面的電子吸收入射光的能量，部分能量用於克服金屬表面對電子的束縛，剩餘能量則轉為電子動能，自金屬表面逸出，成為光電子。下列有關此光電效應實驗的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)入射光子的能量由頻率決定，頻率愈高，能量愈大 (B)入射光子的能量由光強度決定，強度愈大，頻率愈高 (C)入射光子的頻率愈高，光電子的動能會隨之增加 (D)入射光的強度愈大，光電子的動能會隨之增加 (E)以同一單色光照射時，光電子的動能與被照金屬材料的種類無關

三、加分題(共 24 分)

【乾淨能源】(11 分)

現代人對電能的需求是 24 小時，沒有任何一刻能夠停止，但伴隨而來是無法避免的汙染，所以才會有「用愛發電」與「乾淨的煤」的渴望，而如何取得電能又能友善環境，是人類面臨的重要課題。早在 1955 年，印度籍的核子物理大師霍米·巴巴 (Homi J. Bhabha) 就曾經說過，如果可以找到方法控制核融合反應，到時候，就可以永遠解決全世界所面臨的能源問題。

10億千瓦小時



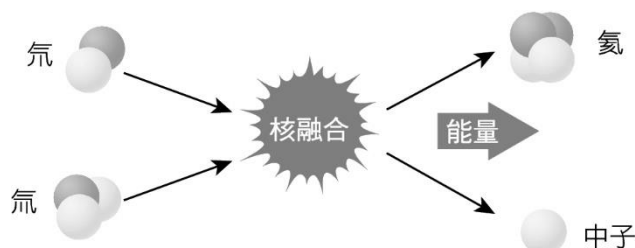
▲圖(a) 預估用電量



▲圖(b) 核融合設備

核融合是藉由兩顆輕的原子核，融合產生出一顆較重的原子（和其他粒子），能量的來源是利用核反應的過程中經由減少的質量而釋放出能量後，轉換成電能。反應開始時，必須將反應中的原子與其電子全部分開，使得原子處於電漿態（也稱為等離子態）。此時面臨兩顆原子核同樣各自帶正電，而產生強大電力，為了克服彼此間作用力將兩個原子核撞在一起時，反應爐必須維持高達 1 億度高溫，使得各別的原子核有足夠的動能轉換成能撞在一起所須克服的庫侖靜電力產生位能，靠近到強核力可以發揮作用的距離。由於反應爐必須長久承受融合過程所帶來的極高溫，為了防止核融合裝置內壁蒸發或是熔化，所以需架設高倍顯微鏡來監控，而為了能清楚分析極微小金屬晶體結構，無法使用一般光學顯微鏡，必須使用能提供較高的解析度（也就是影像清晰度，讓人可清楚辨別）以電子當波源的電子顯微鏡，一般而言波源波長愈短，解析度就愈高。因此美國 SLAC 國家加速器實驗室使用 4D 電子顯微鏡 (MeV-UED) 來記錄核融合反應時反應爐團體結構，並找尋出對策方法。

對於燃料的選擇，最有發展性的是氘(D)-氚(T)，反應是讓氘和氚碰撞，反應之後會形成一顆氦、與一顆中子和能量。D-T 反應優點利用氫的同位素氘與氚原子核的截面積，比氫原子核還要大得多，大大提高原子核間碰撞機率，因為如此，也降低反應時所需溫度，相對提高能量效率。

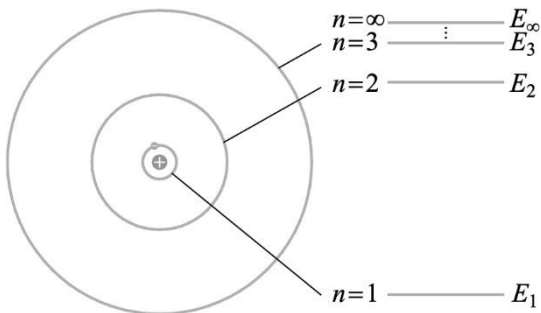


▲圖(c)

而原料取得，氘可於穩定存在於海洋中方便提煉，而氚地球含量極為稀少，需利用鋰核反應獲得，或是到月球開採。常有人說核融合是安全、乾淨的能源，其實並不盡然，例如氚也具有放射性，雖然半衰期只有 12.32 年，如果外洩到了大氣中，一樣會有輻射污染的危險。

27. () 由本文敘述，試判斷下列何者正確？(3 分)

- (A)若將氘和氚原子視為近似與氫原子能階相同（如圖），當一顆氚要形成電漿態所需能量為 $\Delta E = E_2 - E_1$ (B)可經由力學能守恆定律，求出核反應過程中減少的質量轉換而成的能量 (C)兩顆原子核要融合過程中，將面臨強大的重力所抵抗 (D)燃料的選擇，最有發展性的是 D-T，氘與氚原子核的截面積，比氫原子核還要大得多，大大提高原子核間碰撞機率，也因此降低反應時所需溫度，相對提高能量效率 (E)不管使用任何反應燃料，核融合將是未來乾淨無污染的能源



28. () 文中提到使用波源為電子的電子顯微鏡的解析度比用光學顯微鏡解析度更高，下列哪一選項是主要原因？(3 分) (A)電子具有質量，光子沒有 (B)電子帶電性，光子則無 (C)電子物質波波長比較小 (D)電子體積比光子小 (E)電子比光子不容易折射

29. 若很幸運人類於 2040 年時核融合已達成商業營運，且全球發電設備也順利全部都轉換以核融合供電單一方式，假設反應後產生之核能，能 100% 轉變成電能供人類使用，則為因應 2040 年預估發電量，至少約需要幾公斤的氘？（2040 年電能需求為 38000 十億千瓦小時質能互換公式 $E(J) = \Delta mc^2$ ， $\Delta m(\text{kg})$ ：反應前後質量減少量， c ：光速 = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ， $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ ，中子 $\approx 1.007 \text{ u}$ ，氘 $\approx 2.014 \text{ u}$ ，氚 $\approx 3.016 \text{ u}$ ，氦 $\approx 4.002 \text{ u}$ ， $1 \text{ u} = 1/6 \times 10^{23} \text{ g}$) (5 分)

核融合反應式： $\text{D} + \text{T} \rightarrow {}^4\text{He} + n$

【我想要變瘦】(13 分)

物理老師報名參加國民運動中心為期半年的減重比賽，只要達到他的目標（體重 60kg、體脂 15%）就可以參加抽獎，並有機會抽到他一直很想要的打檔車。而他這個月只要再減掉 2kg 的脂肪，物理老師就可以達成目標。身為老師健身指導員的你，請你幫助老師量身打造最後這一個月的減重計畫！

30. () 物理老師在上個月已經達成每日飲食攝取熱量與身體消耗熱量的平衡，基於這個基礎，平均而言，在最後這一個月老師每天的飲食及運動該怎麼調整，才能達到一個月內減脂 2kg 的目標呢？以下是衛生福利部提供的資訊，請你幫老師選出適合他的每天飲食與運動組合。（假設所有熱量消耗都是來自於脂肪的消耗，並且將身體代謝消耗的熱量以食物消化提供的熱量來估計。）（應選 2 項）(5 分)

- (A)每天多運動 90 分鐘 (B)每天少吃 1 份滷雞腿飯（棒棒腿） (C)每天少喝 1 杯 600ml 奶茶&多運動 44 分鐘 (D)每天少吃 1 隻炸雞腿&多運動 68 分鐘 (E)每天多吃 1 包薯條&多運動 147 分鐘

● 熱量的單位：
在營養學上，最主要的熱量單位是大卡（千卡，kcal）；1 公克的醣類與蛋白質能提供 4 大卡的熱量，脂肪為 9 大卡；酒精也有熱量，每公克的酒精能提供 7 大卡熱量；至於營養素中的維生素、礦物質、纖維和水則不會提供我們身體熱量。

● 食物熱量換算運動熱量表：

食物名稱	熱量 (大卡)	消耗熱量的 運動時間	食物名稱	熱量 (大卡)	消耗熱量的 運動時間
奶茶 600ml	240	44 分鐘	小籠包 (6 個)	374	68 分鐘
可樂 600ml	252	46 分鐘	火腿蛋	297	54 分鐘
柳丁綜合果汁 330ml	153	28 分鐘	薯條	450	82 分鐘
紅茶 600ml	180	33 分鐘	培根起司蛋堡	322	59 分鐘
炸雞腿飯	825	150 分鐘	雞腿堡	411	75 分鐘
炸排骨飯	1055	192 分鐘	炸雞腿	236	43 分鐘
滷雞腿飯 (棒棒腿)	623	113 分鐘	海鮮個人披薩	702	128 分鐘
滷雞腿飯 (大雞腿)	807	147 分鐘	皮蛋瘦肉粥	165	30 分鐘
紫米飯糰	418	76 分鐘			

備註：本表為 1 位 60 公斤的民眾平地健走 (30 分鐘消耗 165 大卡) 為例

31. () 身為老師健身指導員的你，在擬定老師減脂計畫的過程中，查到「一位 60kg 的民眾平地健走與爬樓梯消耗的熱量」的資料，如下表所示。若將爬樓梯多消耗的熱量視為重力位能的增加量，請幫老師計算他 30 分鐘大約要爬幾層樓才能夠得到這樣的效果呢？（ $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）（熱功當量：4.2 焦耳/卡，1 層樓約 3 公尺）(3 分) (A)5 層樓 (B)15 層樓 (C)20 層樓 (D)60 層樓 (E)400 層樓

運動內容	消耗熱量
平地健走 30 分鐘	消耗 165 大卡
爬樓梯 30 分鐘	消耗 174 大卡

32. 在你跟老師溝通減脂計畫後，老師希望在不改變飲食的情況下，單純用爬樓梯的方式來達到一個月減脂 2kg 的效果。假設小良爬樓梯的條件與你查到的資料相同（承上題的資料），請你告訴老師，他平均每天約要爬多少層樓才能達成他的減脂目標。（請列式並說明計算過程，答案取整數即可）(5 分)