

功、動能與位能

順序	內容	影部	聲部	時間
1	轉場投影片	標題投影片： 內容摘要	背景音樂	
2	開場白	老師影像	各位同學大家好。這個單元我們要跟大家介紹做功、動能與位能。功與能的觀念和之前的運動學、牛頓力學有關。現在就讓我們回顧過去學過的力學知識。	
3	轉場投影片	標題投影片： 先備知識	背景音樂	
4	先備知識： V-t 圖， 直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$) 面積代表位移 計算公式：(略) 牛頓第二運動定律： $F = ma$	投影片	老師依投影片內容說明	
5	轉場投影片	標題投影片： 功能原理	背景音樂	
6	說明能量： 能量可視為一種能力，有能力就可以做事，能力愈強，能做的事愈多 打樁機中由高處落下的重錘可將鋼板打入地面，可見具有能量（重力位能） 手槍發射出的子彈可以貫穿木板，可見具有能量（動能）	老師影像 帶入投影片	了解之前學過的觀念後，我們就是談作功和能量，談功能原理。我們先看看何謂能量。 （以下老師依投影片內容講	

順序	內容	影部	聲部	時間
			解)	
7	說明功能原理： 施力使橡皮筋伸長，將重物放高，物體的 能量都增加了。在物理上，我們稱我們的 施力對物體作「功」(work) 作功就是 能量移轉的過程 對物體作正功就是使其能量增加 對物體作負功就是使其能量減少	投影片	老師依投影片 內容說明	
8	以財富、內力說明功能原理： 父母給你零用錢，你的財富(能量)增加， 父母對你做正功 朋友向你借錢，你的財富(能量)減少， 朋友對你做負功 年輕人跌入深谷，遇見長者。長者將其一 甲子內力都傳給年輕人。長者對年輕人 做正功，使其內力(能量)大增 任我行以「吸星大法」將對手內力吸過 來，表示任我行向對手做負功，使其內 力(能量)減少	投影片	老師依投影片 內容說明	
9	說明： 摩擦力必和運動方向相反，必損耗物 體的 能量，故摩擦力必做負功	投影片	老師依投影片 內容說明	
10	說明： 作功會增減能量， 而能量可視為對物體作功的能力	投影片	老師依投影片 內容說明	
11	說明作功的計算方法之一： 作功即是能量改變。 能量增加作正功， 能量減少作負功， 能量不變表示沒作功	投影片	老師依投影片 內容說明	
12	轉場投影片	標題投影片： 動能位能	背景音樂	
13	說明動能： 物體因運動所具有的能量 運動中的車輛、行人、單擺等	老師影像	能量有很多種 不同形式，我 們在這裡主要	

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
	流動中的水 下落的物體 動能大小和物體質量和運動快慢有關 (公式略)	帶入投影片	談的是動能和位能。 (以下老師依投影片內容講解)	
14	說明位能： 物體中位置不同因位置所具有的能量 重力位能：離地表的高度不同 (公式略) 彈力位能：形變大小(伸長縮短彎曲)不同 電力位能：離正負電的距離不同	投影片	老師依投影片內容說明	
15	例題一及解： 下列有關動能的敘述，何者正確？ A.物體的運動速率愈快，動能愈大 B.物體的運動速率愈快，動能愈小 C.物體的運動速率增加時，動能減少 D.物體的運動速率與動能無關	投影片	老師依投影片內容說明	
16	類題一及答案： 將石頭由地面抬至桌面上放置後，石頭的哪一種能量增加？ A. 化學能 B. 重力位能 C. 動能 D. 電能	投影片	背景音樂	
17	例題二及解： 對一質量 5 公斤的靜止物體施力，4 秒後，速率增為 6m/s，請問外力作功多少焦耳？(動能公式： $1/2mV^2$)	投影片	老師依投影片內容說明	
18	類題二之一及答案： 一質量為 2 公斤的物體，以 2 公尺/秒的初速度，沿傾斜角為 30°的斜面向上滑行，滑到頂點後又向下滑行，回到原出發點時速率減為 1 公尺/秒，則物體在滑行過程中摩擦力作功若干焦	投影片	背景音樂	

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
	耳？ A. 0 B. -3 C. -6 D. -10			
19	類題二之二及答案： 將一容量為 1000 cc 的飲料，由地面搬上 1 公尺高的卡車，需作功多少焦耳？ （飲料密度為 1 公克/立方公分， $g=10$ 公尺/秒 ² ，盒子重量不計） A. 1 B. 10 C. 100 D. 1000	投影片	背景音樂	
20	轉場投影片	標題投影片： 作功	背景音樂	
21	說明作功的定義： 科學上，作功的定義是： 功 = 作用力 × 物體沿作用力方向的位移（公式略）	老師影像 帶入投影片	前面提到功能原理，作功的結果就是能量變化。那麼作功本身到底怎麼算呢？ （以下老師依投影片內容講解）	
22	說明： 力和位移須平行。物體必須沿力方向產生位移，此作用力才有對物體作功 如果不平行，就必須求平行的分力，如果力垂直位移就沒有作功	投影片	老師依投影片內容說明	
23	說明如何沒有作功： 沒有施力（合力 = 0） 沒有位移 力和位移垂直	投影片	老師依投影片內容說明	
24	圖示作功與否	投影片	老師依投影片	

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
			內容說明	
25	示例是否作功	投影片	老師依投影片 內容說明	
26	說明向心力必不作功： 向心力一定不作功 因為向心力指向圓心，而速度（位移） 是切線方向，兩者隨時垂直，故向心 力必不作功	投影片	老師依投影片 內容說明	
27	說明作功計算方法二： 作功即是：施力×沿力方向的位移	投影片	老師依投影片 內容說明	
28	說明可能用到的公式： V-t 圖， 直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$) 面積代表位移 公式：(略) $F = ma$	投影片	老師依投影片 內容說明	
29	說明功率： 功率即單位時間內，作功（能量改變） 的多寡。	投影片	老師依投影片 內容說明	
30	例題三及解： 一人造衛星繞地球作等速率圓周運 動，下列敘述何者正確？ A. 衛星所受合力為零，所以速率維持 不變 B. 衛星受來自地球的吸引力，此力用 於改變衛星的運動方向 C. 衛星的加速度為零 D. 衛星所受的向心力作正功，以維持 衛星的動能不變	投影片	老師依投影片 內容說明	
31	類題三及答案： 若人造衛星繞地球作等速率圓周運 動，則下列敘述何者正確？ A. 地球吸引衛星的力大於衛星吸引 地球的力 B. 地球引力提供衛星做圓周運動的 向心力	投影片	背景音樂	

順序	內容	影部	聲部	時間
	C. 地球引力持續對衛星作功，使其軌道半徑維持不變 D. 衛星的加速度為零			
32	例題四及解： 小明以 100 牛頓的水平推力，使一靜止的物體沿水平路面向前推進 2 公尺，則小明施力對物體作功？焦耳	投影片	老師依投影片內容說明	
33	類題四及答案： 以三種不同方式，將某物體由一處移到另一處，請問各作功多少焦耳？（圖略）	投影片	背景音樂	
34	例題五及解： 如右圖，一力 $F=3\text{kgw}$ ，沿水平方向作用於 8 公斤重之靜止物體，在 5 秒內物體水平方向移動了 10 公尺，則此力對物體作了多少功？ ($1\text{kgw}=9.8\text{N}$) A. 30J B. 80J C. 235.2J D. 294J	投影片	老師依投影片內容說明	
35	類題五及答案： 在水平路面上，有人用 2 公斤重的力，在 4 秒內把一件原為靜止的行李，沿水平路面作等加速度運動共前進了 10 公尺。已知行李重 19 公斤重，請問此人所作的功為多少焦耳？ A. 784 B. 196 C. 80 D. 20	投影片	背景音樂	
36	例題六及解： 如右圖所示，一個方形木塊，質量 4 公斤，在光滑水平面上以等速滑行一段距離後，進入一粗糙的平面，繼續滑動，最後完全停止，試回答下列問	投影片	老師依投影片內容說明	

順序	內容	影部	聲部	時間
	<p>籃球賽開球時，裁判將球垂直向上拋出，如果不考慮空氣的影響，下列敘述何者正確？</p> <p>A. 球在上升過程中，所受重力逐漸變大</p> <p>B. 球到達最高點瞬間，所受合力為零</p> <p>C. 球在上升過程中，動能逐漸變少</p> <p>D. 球在上升過程中，位能逐漸變少</p>			
42	<p>例題八及解：</p> <p>質量 5 公斤的物體，自距地面 20 公尺高處自由落下，當其位能與動能相等時，物體距地面的高度為</p> <p>A. 5 公尺</p> <p>B. 10 公尺</p> <p>C. 25 公尺</p> <p>D. 20 公尺</p>	投影片	老師依投影片內容說明	
43	<p>類題八及答案：</p> <p>在高 1 公尺，長 2 公尺的光滑斜面上，一質量為 10 公斤的物體，由靜止沿斜面滑下，如右圖所示，試問到達地面時，速度的大小為每秒多少公尺？（答案四捨五入取至小數點一位）</p> <p>A. 3.1</p> <p>B. 4.4</p> <p>C. 6.3</p> <p>D. 14.0</p>	投影片	背景音樂	
44	<p>例題九及解：</p> <p>有一小孩重 30 公斤，自 2 公尺之滑梯滑下。若滑梯與小孩間有摩擦力，當到達地面時，小孩的速率為 4 公尺/秒，則小孩與滑梯間摩擦所產生的熱能為多少焦耳？（設重力加速度為 9.8 公尺/秒²）</p> <p>A. 588</p> <p>B. 468</p>	投影片	老師依投影片內容說明	

順序	內容	影部	聲部	時間
	C. 358 D. 240			
45	類題九及答案： 將質量 10 公斤的物體置於斜面頂的 A 點（如右圖所示）。當它由靜止下滑，到達底部 B 點時，速率為 6 公尺/秒。物體由 A 下滑至 B 的過程中，摩擦產生熱能多少焦耳？（重力加速度為 10 公尺/秒 ² ） A. 100 B. 20 C. 10 D. 4	投影片	背景音樂	
46	重點整理： 作功的結果是能量改變， 對物體作正功，能量增加， 對物體作負功，能量減少。 作功是施力×沿力方向的位移， 施力與位移同向為正功， 施力與位移反向為負功。 注意何種情況不作功， 向心力必不作功， 摩擦力必作負功	老師影像 帶入投影片	以上就是有關作功、動能與位能的介紹。讓我們一同回顧學習的重點。 （以下老師依投影片內容講解）	
47	重點整理： 動能：物體因運動所具有的能量 位能：物體中位置不同因位置所具有的能量 重力位能：離地表的高度不同 彈力位能：形變大小（伸長縮短彎曲）不同 電力位能：離正負電的距離不同	投影片	老師依投影片內容說明	
48	重點整理： 祇受重力作用時，機械能守恆， 動能 + 位能 = 定值 計算時會用到運動學及牛頓第二運動定律	投影片	老師依投影片內容說明	
49	結語	老師影像	以上就是作功、動能與位	

順序	內容	影部	聲部	時間
			能的說明。希望能幫助各位同學學習。這部份內容，必須要配合運動學及牛頓運動定律，才算學習完整。	

精選作業已製作於 PowerPoint 檔中。

內容摘要

- 功能原理
- 動能位能
- 作功
- 機械能守恆

先備知識

● V-t圖，

直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$)

面積代表位移

計算公式：

$$V = V_0 + at$$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$S = \frac{V_0 + V}{2} \times t$$

● 牛頓第二運動定律： $F = ma$

功能原理

能量

- 能量可視為一種能力，有能力就可以做事，能力愈強，能做的事愈多
- 打樁機中由高處落下的重鎚可將鋼板打入地面，可見具有能量（重力位能）
- 手槍發射出的子彈可以貫穿木板，可見具有能量（動能）

功與能（功能原理）

- 施力使橡皮筋伸長，將重物放高，物體的能量都增加了。在物理上，我們稱我們的施力對物體作「功」（work）
- 作功就是能量移轉的過程
對物體作正功就是使其能量增加
對物體作負功就是使其能量減少

$$W = \Delta E$$

財富與內力

- 父母給你零用錢，你的財富（能量）增加，父母對你做正功
- 朋友向你借錢，你的財富（能量）減少，朋友對你做負功
- 年輕人跌入深谷，遇見長者。長者將其一甲子內力都傳給年輕人。長者對年輕人做正功，使其內力（能量）大增
- 任我行以「吸星大法」將對手內力吸過來，表示任我行向對手做負功，使其內力（能量）減少

摩擦力必做負功

- 摩擦力必和運動方向相反，必損耗物體的能量，故**摩擦力必做負功**

能量－作功的能力

- 作功會增減能量，
而能量可視為對物體作功的能力



作功計算方法一

- 作功即是能量改變。
 - 能量增加作正功，
 - 能量減少作負功，
 - 能量不變表示沒作功

$$W = \Delta E$$

動能位能

動能

- 物體因運動所具有的能量
 - 運動中的車輛、行人、單擺等
 - 流動中的水
 - 下落的物體
- 動能大小和物體質量和運動快慢有關

$$K = \frac{1}{2} mV^2$$

位能

● 物體中位置不同因位置所具有的能量

- 重力位能：離地表的高度不同

$$U = mgh$$

- 彈力位能：形變大小（伸長縮短彎曲）不同
- 電力位能：離正負電的距離不同

例題一（原國編版習題）

下列有關動能的敘述，何者正確？

- A. 物體的運動速率愈快，動能愈大
- B. 物體的運動速率愈快，動能愈小
- C. 物體的運動速率增加時，動能減少
- D. 物體的運動速率與動能無關


動能公式： $K = \frac{1}{2} (mV^2)$ ，

由此可知：

同一物體速率愈大，動能愈大。

故答案選A。

類題一（原國編版習題）

 將石頭由地面抬至桌面上放置後，石頭的哪一種能量增加？

- A. 化學能
- B. 重力位能
- C. 動能
- D. 電能

與垂直高度有關的能量是重力位能： $U=mgh$ 。故把物體抬高至桌面，物體的重力位能會增加。故答案選B。

例題二

- 對一質量5公斤的靜止物體施力，4秒後，速率增為6m/s，請問外力做功多少焦耳？
(動能公式： $\frac{1}{2}mV^2$)

$$W = \Delta E$$

$$= \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 6^2 - 0$$

$$= 90 \quad (J)$$

類題二之一（88年台中二中）

● 一質量為2公斤的物體，以2公尺/秒的初速度，沿傾斜角為 30° 的斜面向上滑行，滑到頂點後又向下滑行，回到原出發點時速率減為1公尺/秒，則物體在滑行過程中摩擦力作功若干焦耳？

- A. 0
- B. -3
- C. -6
- D. -10

類題二之一答案

$$W = \Delta E$$

$$= \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 - \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2$$

$$= 1 - 3$$

$$= -3 \quad (J)$$

故答案選B。

類題二之二（84年北聯）

● 將一容量為1000cc的飲料，由地面搬上1公尺高的卡車，需做功多少焦耳？（飲料密度為1公克/立方公分， $g=10$ 公尺/秒²，盒子重量不計）

A. 1

B. 10

C. 100

D. 1000

類題二之二答案

- 飲料質量： $1 \times 1000 = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$ 。
- 而作功等於能量變化，本題是為位能改變。
所以：

$$\begin{aligned} W &= \Delta E \\ &= mgh_2 - mgh_1 \\ &= 1 \times 10 \times 1 - 0 \\ &= 10 \quad (\text{J}) \end{aligned}$$

- 故答案選C。

做功

作功

● 科學上，作功的定義是：

功＝

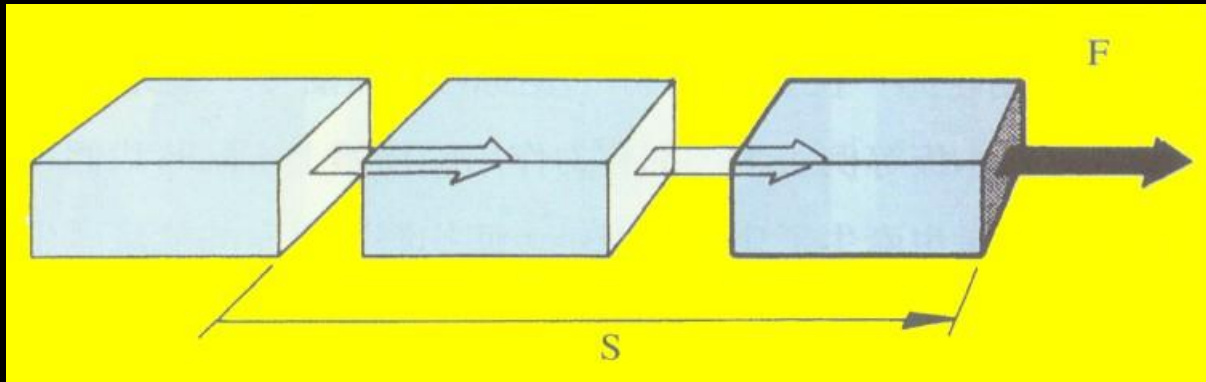
作用力×物體沿作用力方向的位移

$$W = F \times S$$

$$J = N \times m$$

施力與作功

- **力和位移須平行**。物體必須沿力方向產生位移，此作用力才有對物體作功








- 如果不平行，就必須求平行的分力，如果力垂直位移就沒有作功

什麼情況沒有作功

- 沒有施力（合力=0）
- 沒有位移
- 力和位移垂直



判斷有無作功

- 小明手提書包等公車上學，請問下列情形，小明有沒有作功？
- 手提書包，站在站牌旁 
- 手提書包，在水平路面上踱步 
- 手提書包上公車 
- 把書包放在座位旁 
- 手提書包下公車 

向心力不作功

● 向心力一定不作功

- 因為向心力指向圓心，而速度（位移）是切線方向，兩者隨時垂直，故向心力必不作功

作功計算方法之二

● 作功即是：施力 × 沿力方向的位移

$$W = F_{\square} \times S$$

可能要用到

● V-t圖，

直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$)
面積代表位移

● 公式： $V = V_0 + at$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$S = \frac{V_0 + V}{2} \times t$$

● $F = ma$

功率

● 功率即單位時間內，作功（能量改變）的多寡。


$$P = \frac{W}{t}$$
$$= \frac{\Delta E}{t}$$

P : 瓦特(W)

W : 焦耳(J)

t : 秒(s)


例題三（80年北聯）

-  一人造衛星繞地球作等速率圓周運動，下列敘述何者正確？
- A. 衛星所受合力為零，所以速率維持不變
 - B. 衛星受來自地球的吸引力，此力用於改變衛星的運動方向
 - C. 衛星的加速度為零
 - D. 衛星所受的向心力作正功，以維持衛星的動能不變

例題三解

- 要做圓周運動，必受向心力；依牛頓第二運動定律，有力就有加速度，故選項A、C敘述錯誤。
- 因向心力和瞬時速度（位移）方向垂直，所以會改變運動方向且不作功，因此選項D敘述錯誤，選項B正確，故答案選B。

類題三（87年省聯）

-  若人造衛星繞地球作等速率圓周運動，則下列敘述何者正確？
- A. 地球吸引衛星的力大於衛星吸引地球的力
 - B. 地球引力提供衛星做圓周運動的向心力
 - C. 地球引力持續對衛星作功，使其軌道半徑維持不變
 - D. 衛星的加速度為零

類題三答案

- 地球引力與人造衛星間的萬有引力，為互相吸引（作用力與反作用力），兩者大小相同。
- 地球引力與人造衛星間的萬有引力，提供成衛星作圓周運動所需的向心力。
- 有力就有加速度，向心力有向心加速度，用來改變運動方向，而向心力必不作功。
故答案選B。

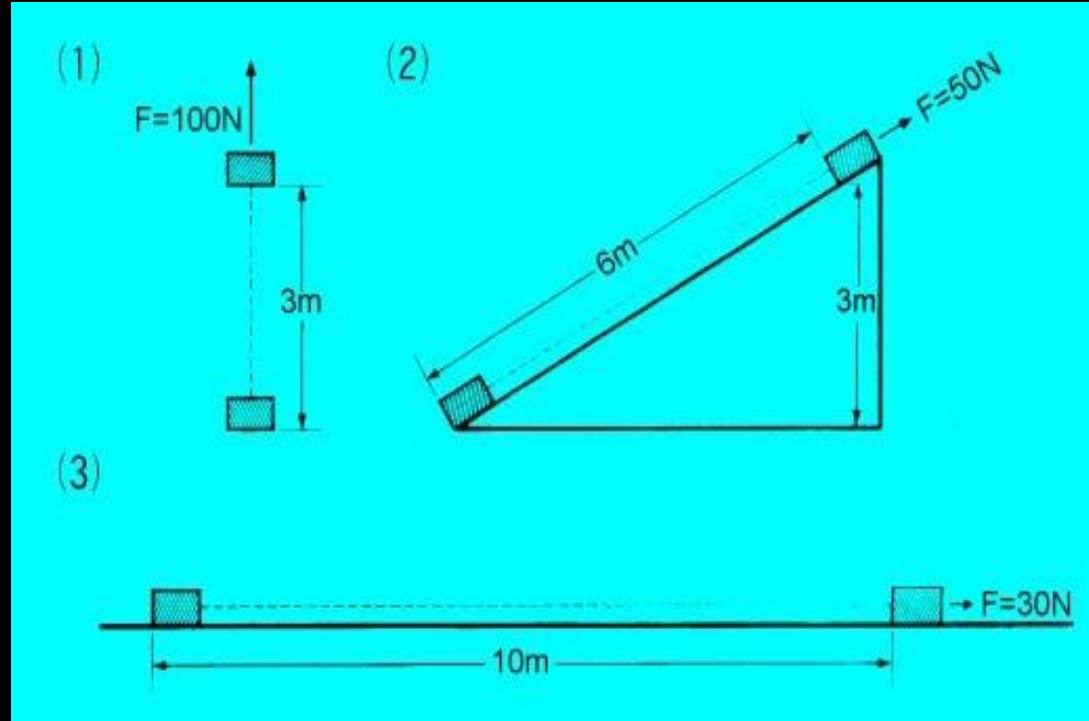
例題四（原國編版習題）

● 小明以100牛頓的水平推力，使一靜止的物體沿水平路面向前推進2公尺，則小明施力對物體作功_____焦耳

$$\begin{aligned}W &= FS \\ &= 100 \times 2 \\ &= 200 \quad (J)\end{aligned}$$

類題四（原國編版例題）

以三種不同方式，將某物體由一處移到另一處，請問各作功多少焦耳？



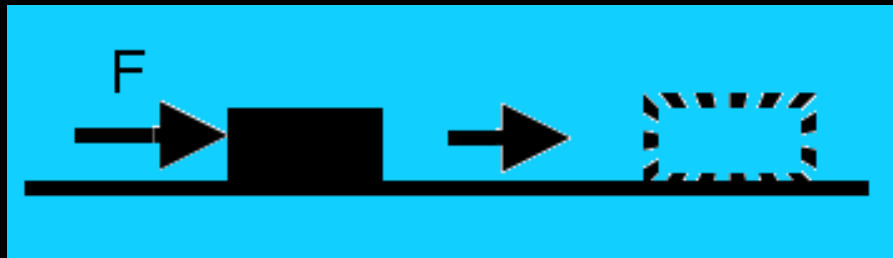
$$W=100 \times 3 = 300 \text{ J}$$

$$W=30 \times 10 = 300 \text{ J}$$

$$W=50 \times 6 = 300 \text{ J}$$

例題五

如右圖，一力 $F=3\text{kgw}$ ，沿水平方向作用於8公斤重之靜止物體，在5秒內物體水平方向移動了10公尺，則此力對物體作了多少功？



($1\text{kgw}=9.8\text{N}$)

- A. 30J
- B. 80J
- C. 235.2J
- D. 294J

例題五解

- 作功公式： $W=FS$ （ F 、 S 要平行）
- 本題已知水平方向施力 3kgw ，沿水平方向移動了 10 公尺，由此可知：

$$W = (3 \times 9.8) \times 10 = 294 \text{ J}$$

- 故答案選D。

類題五（87年高雄改寫）

在水平路面上，有人用2公斤重的力，在4秒內把一件原為靜止的行李，沿水平路面作等加速度運動共前進了10公尺。已知行李重19公斤重，請問此人所作的功為多少焦耳？

- A. 784
- B. 196
- C. 80
- D. 20

類題五答案

- 作功公式： $W=FS$ （ F 、 S 要平行）
- 本題已知水平方向施力 2kgw ，沿水平方向移動了 10 公尺，由此可知：

$$W = (2 \times 9.8) \times 10 = 196 \text{ J}$$

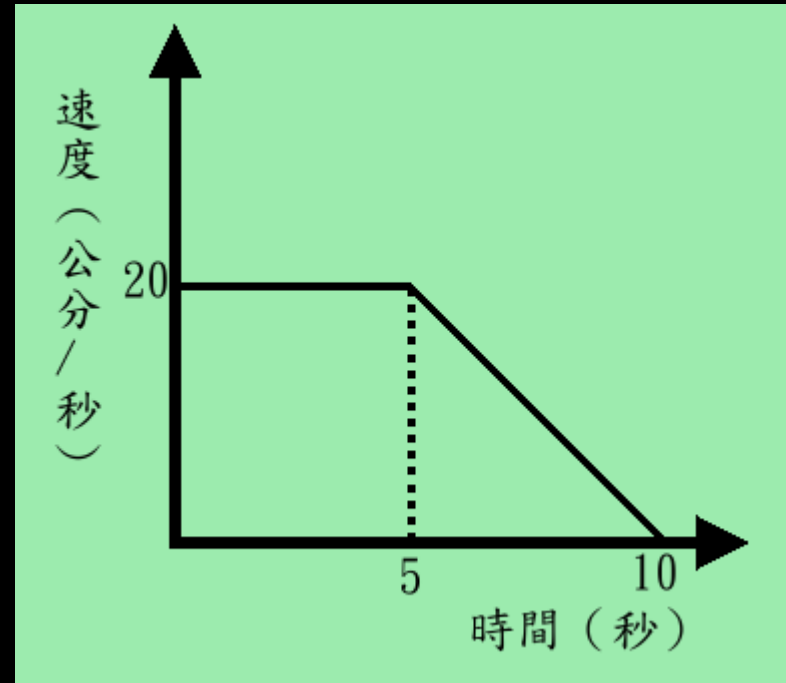
- 故答案選B。

例題六（79年北聯改寫）

如右圖所示，一個方形木塊，質量4公斤，在光滑水平面上以等速滑行一段距離後，進入一粗糙的平面，繼續滑動，最後完全停止，試回答下列問題：

木塊與粗糙面的摩擦力大小為多少牛頓？

摩擦力對木塊所作的負功大小為多少焦耳？



例題六解 1/2

- 可以先由運動學開始解，但我們先由功能原理解題
- 作功等於能量變化，本題為動能改變。故摩擦力作負功為：

$$\begin{aligned}W &= \Delta E = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 \\&= \frac{1}{2} \times 4 \times 0^2 - \frac{1}{2} \times 4 \times 0.2^2 \\&= 0 - 0.08 \quad (J) \\&= -0.08 \quad (J)\end{aligned}$$

例題六解 1/2

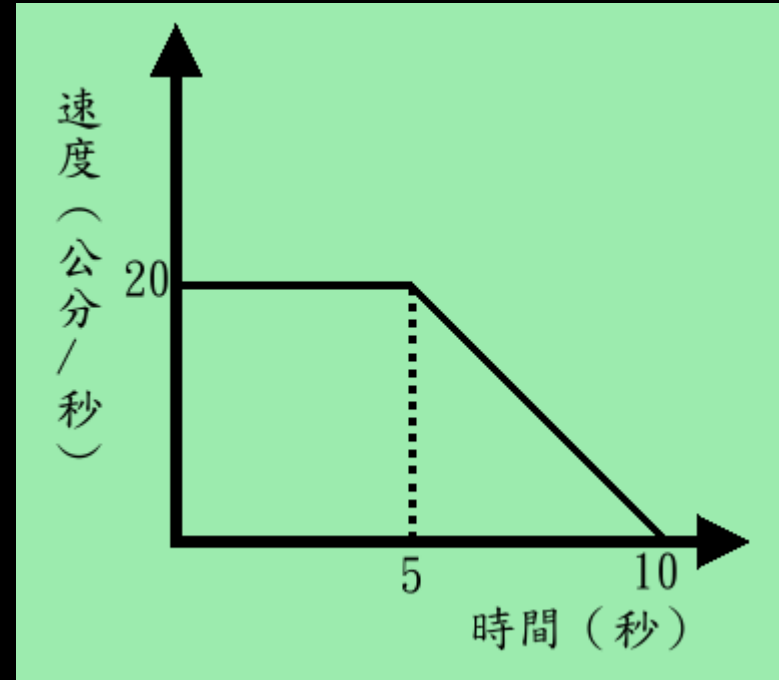
- 再利用 $W=FS$ 求摩擦力，但這需要知道位移。而 $V-t$ 的面積是位移。故位移為：

$$S = \frac{(10-5) \times 0.2}{2} \\ = 0.5 \quad (M)$$

- 代入 $F=ms$ 得

$$-0.08 = -F \times 0.5$$

$$F = 0.16 \quad (N)$$



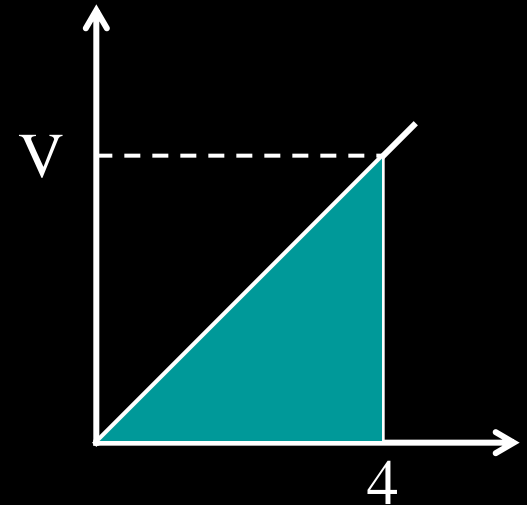
類題六（83年中五專）

- 質量為5公斤的靜止物體在光滑水平桌面上受定力作用後，作等加速度直線運動。若在起動得4秒末的瞬間，物體運動到距出發點40公尺處，則下列敘述何者正確？
- A. 物體的加速度為4 公尺/秒²
 - B. 物體所受力作用為20牛頓
 - C. 物體在4秒末的動能為1000焦耳
 - D. 在起動後4秒內，此定力對物體作功1200焦耳

類題六答案 1/2

● 我們可以由運動學出發，但這裡，除必要外，我們使用功能原理。

● V-t的面積代表位移，可得



$$40 = \frac{V \times 4}{2} \quad V = 20 \quad (m/s)$$

● 故4秒動能為 $K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 20^2$
 $= \frac{1}{2} \times 5 \times 400 = 1000 \quad (J)$

類題六答案 2/2

● 作功即為能量變化，本題為動能改變，即

$$W = \Delta E = 1000 - 0 = 1000\text{J}$$

● 而作功 $W = FS$ ，故

$$1000 = F \times 20$$

$$F = 50 \quad (\text{N})$$

● 綜合以上所述，**答案選C**。

機械能守恆


機械能守恆

- 動能和位能合稱機械能（通常我們祇討論重力位能）。
- 祇受重力作用時，動能和位能（重力位能）的和為定值。

$$K + U = \text{定值}$$

- 當然如果有摩擦力、阻力時，則不會守恆（和為定值）。

例題七（89年中五專）

-  在某次地震中，一巨大之岩石自懸崖向山谷垂直落下，在落下之過程中，岩石之
- A. 動能增加，重力位能增加
 - B. 動能增加，重力位能減少
 - C. 動能減少，重力位能不變
 - D. 動能減少，重力位能減少


僅受重力作用時，機械能守恆：

動能與位能的和為定值。

下降時，高度降低，位能減少，而動能增加。

故答案選**B**。

類題七（88年省聯）

 籃球賽開球時，裁判將球垂直向上拋出，如果不考慮空氣的影響，下列敘述何者正確？

- A. 球在上升過程中，所受重力逐漸變大
- B. 球到達最高點瞬間，所受合力為零
- C. 球在上升過程中，動能逐漸變少
- D. 球在上升過程中，位能逐漸變少

類題七答案

- 地表附近的物體，都受到地球引力（重力）的作用，且大小為一定值，選項A敘述錯誤。
- 最高點時，雖然瞬時速度為零，但仍受且僅受地球引力作用，所以合力不為零，選項B敘述錯誤。
- 僅受重力作用時，機械能守恆。物體上升時，位能增加，動能減少，故答案選C。

例題八（80年北五專）

● 質量5公斤的物體，自距地面20公尺高處自由落下，當其位能與動能相等時，物體距地面的高度為

- A. 5公尺
- B. 10公尺
- C. 25公尺
- D. 20公尺

僅受重力作用時，機械能守恆：
動能與位能的和為定值。

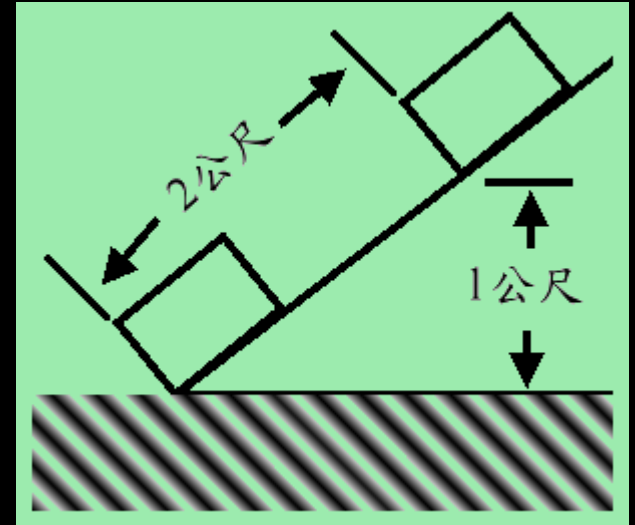
下降時，高度降低，位能減少，
而動能增加。

由題意可知，高度降至一半時，
有一半的位能轉換動能，

故答案選B。

類題八 (80年南五專)

在高1公尺，長2公尺的光滑斜面上，一質量為10公斤的物體，由靜止沿斜面滑下，如右圖所示，試問到達地面時，速度的大小為每秒多少公尺？（答案四捨五入取至小數點一位）



- A. 3.1
- B. 4.4
- C. 6.3
- D. 14.0

類題八答案

- 本題僅受重力作用，故機械能守恆，即動能加位能＝定值。
- 最高點時靜止，動能為零；代入能量守恆定律可知：（最低點，位能設為零）

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \quad \frac{1}{2}mV^2 + 0 = 0 + mgh$$

$$\frac{1}{2} \times 10 \times V^2 = 0 + 10 \times 9.8 \times 1$$

$$V^2 = 2 \times 9.8 = 2 \times 2 \times 4.9 \quad V \approx 4.4 \quad (m/s)$$

- 故答案選B。

例題九（83年南五專）

● 有一小孩重30公斤，自2公尺之滑梯滑下。若滑梯與小孩間有摩擦力，當到達地面時，小孩的速率為4公尺/秒，則小孩與滑梯間摩擦所產生的熱能為多少焦耳？（設重力加速度為 9.8 公尺/秒²）

- A. 588
- B. 468
- C. 358
- D. 240

例題九解

- 如果沒有摩擦力，小孩滑至地面時，原位能全轉變成動能。今因有摩擦，所以能量會損耗。因此位能與動能的差即是摩擦所產生的熱能。

$$U = mgh = 30 \times 9.8 \times 2 = 588 \quad (J)$$

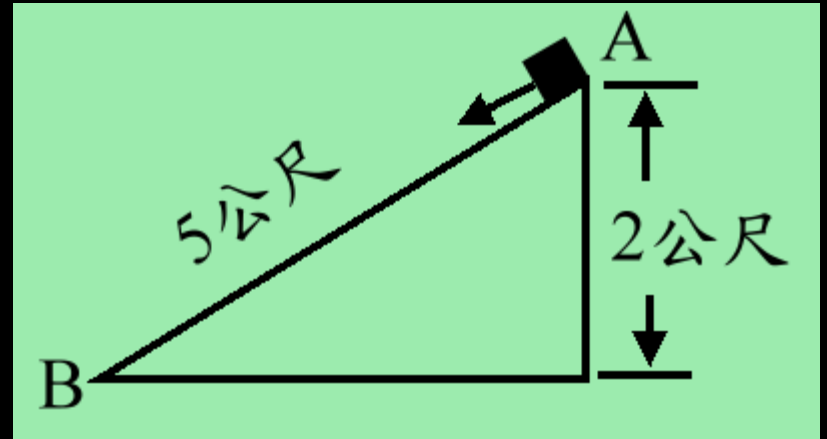
$$K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2} \times 30 \times 4^2 = 240 \quad (J)$$

$$\text{故能量損耗} : 588 - 240 = 348 \quad (J)$$

- 故答案選C。

類題九（85年省聯）

● 將質量10公斤的物體置於斜面頂的A點（如右圖所示）。當它由靜止下滑，到達底部B點時，速率為6



公尺/秒。物體由A下滑至B的過程中，摩擦產生熱能多少焦耳？（重力加速度為10公尺/秒²）

A. 100

B. 20

C. 10

D. 4

類題九答案

- 如果沒有摩擦力，物體滑至B點時，原位能全轉變成動能。今因有摩擦，所以能量會損耗。因此位能與動能的差即是摩擦所產生的熱能。

$$U = mgh = 10 \times 10 \times 2 = 200 \quad (J)$$

$$K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 = 180 \quad (J)$$

$$\text{故能量損耗} : 200 - 180 = 20 \quad (J)$$

- 故答案選B。

重點整理

重點整理 1/3

- 作功的結果是能量改變，
對物體作正功，能量增加，
對物體作負功，能量減少。

$$W = \Delta E$$

- 作功是施力 \times 沿力方向的位移，
施力與位移同向為正功，
施力與位移反向為負功。

$$W = F_{\square} \times S$$

- 注意何種情況不作功，
向心力必不作功，
摩擦力必作負功

重點整理 2/3

● 動能：物體因運動所具有的能量

$$K = \frac{1}{2} mV^2$$

● 位能：物體中位置不同因位置所具有的能量

● 重力位能：離地表的高度不同

$$U = mgh$$

● 彈力位能：形變大小（伸長縮短彎曲）不同

● 電力位能：離正負電的距離不同

重點整理 2/3

- 祇受重力作用時，機械能守恆，
動能 + 位能 = 定值

$$K + U = \text{定值}$$

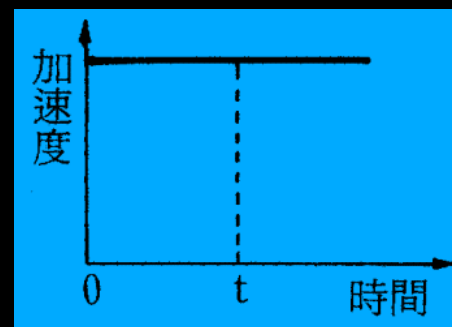
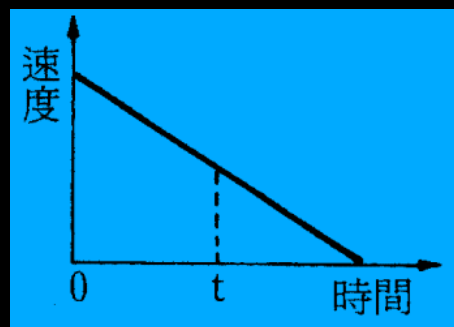
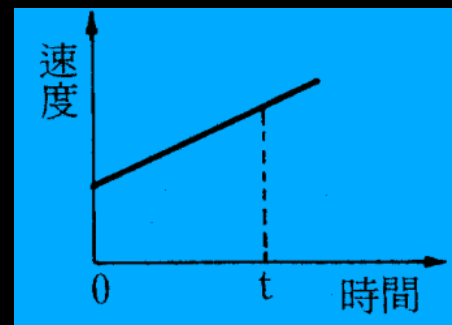
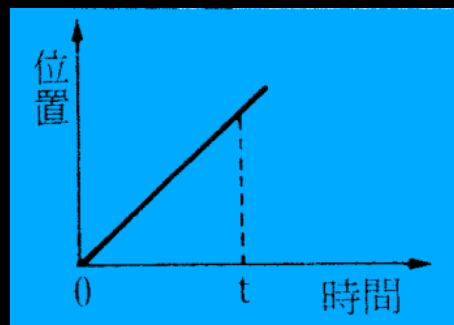
- 計算時會用到運動學及牛頓第二運動定律

精選作業

作業一 (79年南五專)

下列有關物體作直線運動的關係圖中，在0到 t 秒時間內，物體動能增加的有幾種？


- A. 0種
- B. 1種
- C. 2種
- D. 3種



作業一答案

- 動能公式為 $\frac{1}{2}mV^2$ ，故速度增加者，動能會增加。
- 附圖中，
x-t圖為等速度運動；
v-t圖一個加速，一個減速；
a-t圖為加速度為正的等加速度運動（速度會增加）
- 由以上可知：有二個圖的速度會增加，故答案選C。

作業二（80年北五專）

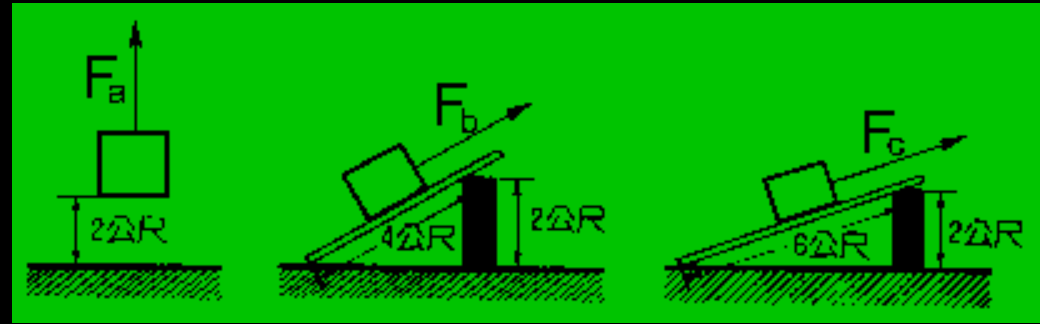
-  下列有關功與能的敘述，何者正確？
- A. 施力於物體，力必對物體作功
 - B. 物體受外力作用時，其動能必定增加
 - C. 物體運動時，所發生的摩擦力對物體作負功
 - D. 物體上拋，地球引力對物體作正功

作業二答案

- 施力於物體，力必須與位移平行才會作功，選項A敘述錯誤。
- 物體受外力作用時，如果作功能量增加，但不一定動能。如果外力作負功，能量反而會減少，選項B敘述錯誤。
- 物體上拋，引力向下，位移向上，兩者方向相反，引力作負功，選項D敘述錯誤。
- 摩擦力必和速度（位移）方向相反，所以必做負功。故答案選C。

作業三（88年北五專）

如右圖，以不同的方式將同一物體移動升高2公尺，在不考慮摩擦阻力的影響下，下列有關力對物體做功的敘述，何者正確？



- A. F_a 不作功
- B. F_b 所作的功最小
- C. F_c 所作的功最大
- D. 三力所作的功相同

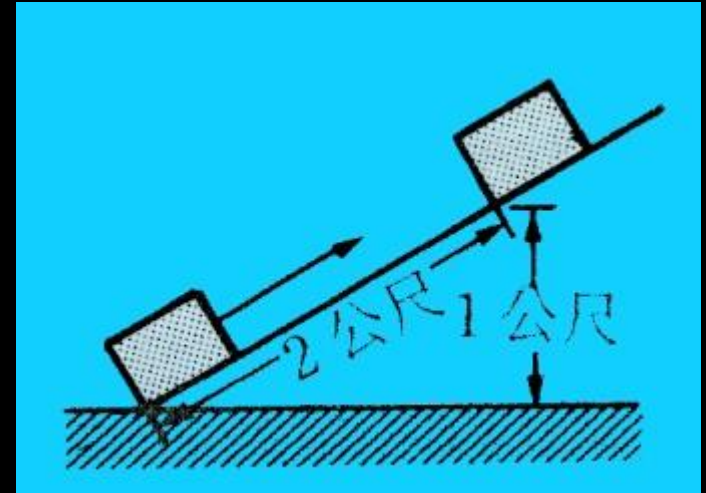
作業三答案

- 依功能原理：作功＝能量改變
- 本題不考慮摩擦，沒有能量損耗；物體上升，所以作功都用於增加位能。
- 位能公式： mgh ，所以位能和高度有關。今三者都上升2公尺，所以增加的位能相同，即外力作功相同。故答案選D。

作業四（83年台北）

● 如右圖所示，有一拉力，將質量1公斤的木塊以1公尺/秒的等速度，沿光滑斜面拉至1公尺高處，則合力對此物體所作的功為

- A. 0焦耳
- B. 0.5 焦耳
- C. 4.9焦耳
- D. 9.8焦耳



作業四答案

- 做功計算公式： $W=F \times S$ ， F 、 S 要互相平行。即沒有施力、沒有位移、或施力與位移垂直都沒有做功。
- 本題物體作等速度運動，依牛頓第一運動定律，不受力或合力為0時，物體靜者恆靜，動者恆作等速度運動，由此可知本題之合力為0，因此沒有做功，故答案選A。

作業五（82年南五專）

● 某人施一水平方向5公斤重的力，拖著8公斤重的行李，沿水平方面等速走了10公尺，共費時4秒鐘，下列敘述何者正確？

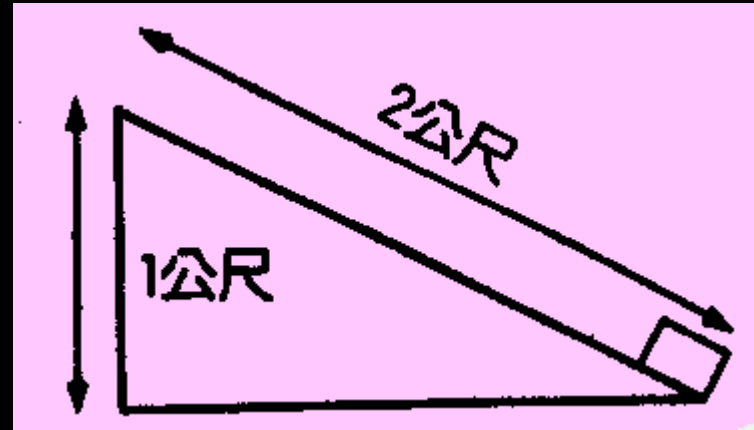
- A. 摩擦力作功為490焦耳
- B. 此人作功為50焦耳
- C. 此人作功1274焦耳
- D. 此人作功功率為186瓦特

作業五答案

- 物體等速前進，表示合力為0，即摩擦力和施力相同（5公斤重），而乘以同一物體的位移，故某人施力作功，與摩擦力做功大小相同（但一正一負）
- 做功公式： $W=F \times S$ ，而F要以牛頓為單位，故作功為： $W=(5 \times 9.8) \times 10=490$ 焦耳。
- 功率是功（能）/時間（ $P=W/t$ ），故功率 $P=490/4=122.5$ 瓦特。
- 綜合以上所述，故答案選A。

作業六（88年台中二中）

● 如右圖所示，在高1公尺，長2公尺的光滑斜面上，安勝哥把質量100公斤的物體，沿斜面拖到頂端，則重力對物體作功若干焦耳？



- A. -1000
- B. 1000
- C. -2000
- D. 2000

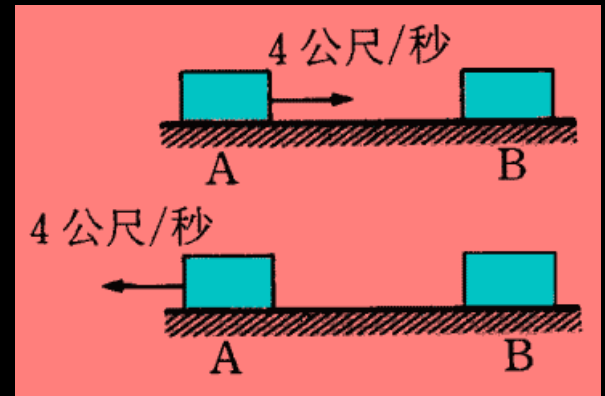
（設重力加速度為 10 公尺/秒²）

作業六答案

- 作功計算公式： $W=F \times S$ ， F 、 S 要互相平行，而 F 要用牛頓作單位。
- 重力向下，故位移要算垂直方向位移，即1公尺，因位移向上，重力向下，故重力作負功。
- 依此代入公式得： $W=-(100 \times 10) \times 1=-1000$ 焦耳，故答案選A。

作業七（86年北聯）

● 如右圖，一質量為10公斤的物體，以4公尺/秒的速度，由A點向右滑行，因摩擦力作用，消耗動能而使物體滑行至B點而停止。若使物體循原路徑返回至A點且重新達到4公尺/秒的速度，則需作功多少焦耳？



- A. 大於80
- B. 80
- C. 40
- D. 20

作業七答案

- A點原有動能： $1/2 (10 \times 4^2) = 80$ 焦耳，但到B點時，全部耗盡，表示摩擦力作負功80焦耳
- 要由B點拉回A點，並恢復原有速度，即有動能80焦耳，則外力作功：
 1. 要克服摩擦力消掩耗80焦耳
 2. 要給物體動能80焦耳
- 依功能原理，外力作功等於能量變化，故作功 $80 + 80 = 160$ 焦耳，故**答案選A**。

作業八（86年南五專改寫）

- 超人提了一物體，重50（kgw），8秒內走了100（m），接著又在2秒內把物體放至高20（m）的架子上，求這段時間的作功為多少焦耳？

作業八答案

- 做功計算公式： $W=F \times S$ ， F 、 S 要互相平行，施力與位移垂直都沒有做功。而 F 要用牛頓作單位。
- 超人要提重物，施力至少要等於物重，即50公斤重。
- 施力向上，水平位移時，沒有做功，故前8秒走100m沒有做功，而後2秒**做功**代入公式： $W=(50 \times 9.8) \times 20=9800$ **焦耳**。
- 原題是問功率，前後共10秒，共功率為 $9800/10=980$ 瓦特。

作業九（84年北五專）

● 觀察一垂直落下質量為 m 之雨滴，除重力之外，尚有空氣阻力之作用，在一段觀察期間內，若維持等速下降 h 距離，則在此過程中，下列敘述，何者錯誤？

- A. 重力未對雨滴作功
- B. 雨滴的動能無變化
- C. 雨滴的重力位能減少了 mgh
- D. 空氣阻力並非守恆力，所以雨滴的重力位能與動能之總和並不守恆

作業九

- 作功計算公式： $W=F \times S$ ， F 、 S 要互相平行。
今重力向下，位移也向下，故重力有作功。
- 動能（ $1/2mV^2$ ）和速度有關，今等速下降，
故動能不變。
- 位能（ mgh ）和高度有關，今高度下降 h ，
故位能減少 mgh 。
- 摩擦力、阻力會損耗能量，故機械能會不
守恆。
- 綜合以上所述，故答案選A。

作業十（79年北五專）

- 下列三個運動過程，
- 甲：物體沿粗糙斜面上滑。
 - 乙：單擺往復運動。
 - 丙：物體自由落下。
- 若不計空氣阻力，其動能和位能的總和保持不變的是
- A. 甲、乙
 - B. 甲、丙
 - C. 甲、乙、丙
 - D. 乙、丙

作業十答案

- 僅受重力作用時，機械能（動能＋位能）守恆。
- 甲為粗糙面，有摩擦力作用。不計空氣阻力，乙、丙僅受重力作用，所以機械能守恆，故答案選D。

作業十一（85年北五專）

● 將一物體，由地面以等速度移經過度為 h 的某點。在此過程中，其能量的變化情形為

- A. 物體的動能增加而位能減少
- B. 物體的動能減少而位能增加
- C. 物體的動能不變而位能增加
- D. 物體的動能增加而位能也增加

作業十一答案

- 位能 (mgh) 和高度有關；
動能 ($1/2mV^2$) 和速度相關；
- 等速上升，
因為等速，所以動能不變；
因為上升，所以位能增加；
故答案選C。

作業十二（81年北五專）

- 下列有關功和能的敘述，何者錯誤？
- A. 自由落體下落過程中，重力對物體所作的功，使物體的動能增加
 - B. 自由落體運動中，物體的動能與位能的和不變
 - C. 物體在有摩擦力的平面上滑動，速度愈來愈慢，是因為摩擦力對物體作負功
 - D. 向心力對圓周運動的物體作正功

作業十二答案

- 自由落下時，速度增加，故動能 ($1/2mV^2$) 增加。
- 自由落體僅受重力作用，故機械能（動能 + 位能）守恆。
- 摩擦力方向恆與運動（位移）方向相反，故必作負功，損耗能量。
- 向心力和瞬時速度（位移）方向垂直，但作功時，施力要和位移平行，故向心力必不作功，選項D敘述錯誤，故**答案選D**。