

【高一物理 典题训练 14】

牛顿第二定律与应用 答案详解

【考点 1】对牛顿第二定律的理解

【典例 1】下列对牛顿第二定律的表达式 $F=ma$ 及其变形公式的理解，正确的是（ ）

- ①由 $F=ma$ 可知，物体受到的合力与物体的质量成正比，与物体的加速度成反比；
- ②由 $m=F/a$ 可知，物体的质量与其所受的合力成正比，与其运动的加速度成反比；
- ③由 $a=F/m$ 可知，物体的加速度与其所受的合力成正比，与其质量成反比；
- ④由 $m=F/a$ 可知，物体的质量可以通过测量它的加速度和它所受的合力而求得。

A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ①④

【答案】C

【解析】①物体的合外力与物体的质量和加速度无关，故 A 错误；

②物体的质量与合外力以及加速度无关，由本身的性质决定，故 B 错误；

③根据牛顿第二定律 $a=F/m$ 可知，物体的加速度与其所受合外力成正比，与其质量成反比，故 C 正确；

④由 $m=F/a$ 可知，物体的质量可以通过测量它的加速度和它所受的合外力而求得，故 D 正确。

【考点】牛顿第二定律的理解。

【典例 2】对静止在光滑水平面上的物体施加一水平拉力 F ，当力刚开始作用瞬间（ ）

- A. 物体立即获得速度
- B. 物体立即获得加速度
- C. 物体同时获得速度和加速度
- D. 由于物体没有来得及运动，所以速度和加速度都为零

【答案】B

【解析】根据牛顿第二定律 $F=ma$ 得知，加速度与合力是瞬时对应的关系，合力变化，加速度同时随着变化。当力刚开始作用的瞬间，物体所受的合力立即增大，则立即获得了加速度，而物体由于惯性，速度还没有改变。故选 B。

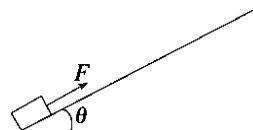
【考点】牛顿第二定律，惯性。

【考点 2】已知受力求运动

【典例 3】如图所示，在倾角 $\theta=37^\circ$ 的足够长的固定的斜面底端有一质量 $m=1\text{ kg}$ 的物体，物体与斜面间动摩擦因数 $\mu=0.25$ 。现用轻细绳将物体由静止沿斜面向上拉动，拉力 $F=10\text{ N}$ ，方向平行斜面向上，经时间 $t=4\text{ s}$ 绳子突然断了，求：(1)绳断时物体的速度大小。

(2)从绳子断了开始到物体再返回到斜面底端的运动时间。

($\sin 37^\circ=0.60$, $\cos 37^\circ=0.80$, $g=10\text{ m/s}^2$)



【答案】(1)绳断时物体的速度大小是 8.0m/s，

(2)从绳子断了开始到物体再返回到斜面底端的运动时间是 4.2s。

【解析】(1)物体受拉力向上运动过程中，受拉力 F ，重力 mg 和摩擦力 f ，

设物体向上运动的加速度为 a_1 ，

根据牛顿第二定律有： $F - mg\sin\theta - f = ma_1$ ，

由平衡条件得： $N = mg\cos\theta$ ，

又 $f = \mu N$ ，解得 $a_1 = 2.0\text{m/s}^2$ ，

$t = 4.0\text{s}$ 时物体的速度大小为 $v_1 = a_1 t = 8.0\text{m/s}$ 。

(2)绳断时物体距斜面底端的位移 $s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = 16\text{m}$ ，

绳断后物体沿斜面向上做匀减速直线运动，

设运动的加速度大小为 a_2 ，则根据牛顿第二定律，

物体沿斜面向上运动的过程有： $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma_2$ ，

解得 $a_2 = 8.0\text{m/s}^2$ ，

物体做减速运动的时间 $t_2 = \frac{v_1}{a_2} = 1.0\text{s}$ ，

减速运动的位移 $s_2 = \frac{v_1}{2} t_2 = 4.0\text{m}$ ，

此后物体将沿斜面匀加速下滑，

设物体下滑的加速度为 a_3 ，

根据牛顿第二定律对物体加速下滑的过程有： $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_3$ ，

解得 $a_3 = 4.0\text{m/s}^2$ ，

设物体由最高点到斜面底端的时间为 t_3 ，

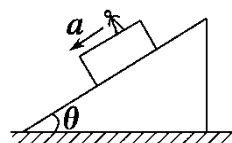
所以物体向下匀加速运动的位移 $s_1 + s_2 = \frac{1}{2} a_3 t_3^2$ ，

解得 $t_3 = \sqrt{10}\text{s} = 3.2\text{s}$ 。

所以物体返回到斜面底端的时间为 $t_{\text{总}} = t_2 + t_3 = 4.2\text{s}$ 。

【考点】受力分析，牛顿第二定律，运动学方程。

[典例 4] 如图所示，一块质量为 M 的木板沿倾斜角为 θ 的斜面无摩擦地下滑，现要使木板保持静止，则可知质量为 m 的人向下奔跑的加速度是多少？



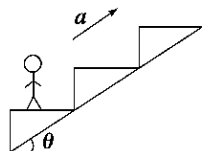
【答案】 $\frac{m+M}{m} g\sin\alpha$

【解析】木板静止是由于人给木板一个沿斜面向上的滑动摩擦力，根据 M 沿斜面方向的平衡条件，有 $f = Mg\sin\alpha$ ，由牛顿第三定律得人受到沿斜面向下的滑动摩擦 f' ，分析人在沿斜面方向的受力情况，得到人沿斜面向下的力是 $F = mg\sin\alpha + Mg\sin\alpha$ ，故人的加速度是 $a = \frac{F}{m} = \frac{m+M}{m} g\sin\alpha$ 。

【考点】受力分析，牛顿第二定律，牛顿第三定律。

【考点 3】已知运动求受力

[典例 5] 如图所示，自动扶梯与水平面夹角为 θ ，上面站着质量为 m 的人，当自动扶梯以加速度 a 加速向上运动时，求扶梯对人的弹力 F_N 和扶梯对人的摩擦力 F_f 。



【答案】 $F_f = ma \cos \theta$; $F_N = mg + ma \sin \theta$

【解析】 根据牛顿第二定律，若物体在某一方向上的加速度，则由该方向上的合外力提供。

将沿扶梯向上的加速度进行正交分解，分解到水平方向与竖直方向。

水平方向的加速度 $a_1 = a \cos \theta$ ，方向水平向右，由电梯对人水平向右施加的力提供，

该力即为人受到的静摩擦力，故 $F_f = ma_1 = ma \cos \theta$ ，

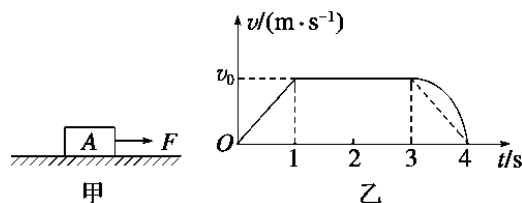
垂直方向的加速度 $a_2 = a \sin \theta$ ，方向竖直向上，由人竖直向上的合外力提供，

即 $F_N - mg = ma_2 = ma \sin \theta$ ，故 $F_N = mg + ma \sin \theta$ 。

【考点】 受力分析，牛顿第二定律。

[典例 6] 如图甲所示，在粗糙水平面上，物体 A 在水平向右的外力 F 的作用下做直线运动，其速度—时间图象如图乙所示，下列判断正确的是 ()

- A. 在 0~1 s 内，外力 F 不断增大
- B. 在 1~3 s 内，外力 F 的大小恒定
- C. 在 3~4 s 内，外力 F 不断增大
- D. 在 3~4 s 内，外力 F 的大小恒定



【答案】 B

【解析】 A、据图象知，物体在 0-1s 内做匀加速直线运动，加速度恒定，根据牛顿第二定律知合外力恒定，相同的粗糙面滑动摩擦力不变，故拉力 F 保持不变，所以 A 错误；

B、由图象知，物体在 1-3s 内做匀速直线运动，拉力 F 与滑动摩擦力平衡，故 B 正确；

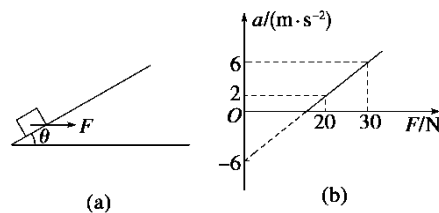
C、在 3-4s 内物体做加速度不断增加的减速运动，根据 $f - F = ma$ ，得到 $a = \frac{f - F}{m}$ ，由于加速度大小不断增加，故拉力 F 逐渐减小，所以 C 错误；

D、在 3-4s 内物体做加速度不断增加的减速运动，由于加速度变化，故物体所受拉力 F 不恒定，故 D 错误。故选：B。

【考点】 受力分析，牛顿第二定律，v-t 图象。

【考点 4】牛顿第二定律的综合运用

[典例 7] 如图(a)所示，用一水平外力 F 推着一个静止在倾角为 θ 的光滑斜面上的物体，逐渐增大 F ，物体做变加速运动，其加速度 a 随外力 F 变化的图象如图(b)所示，若重力加速度 g 取 10 m/s^2 。根据图(b)中所提供的信息计算不出 ()



- A. 物体的质量
- B. 斜面的倾角
- C. 物体能静止在斜面上所施加的最小外力
- D. 加速度为 6 m/s^2 时物体的速度

【答案】B

【解析】对物体受力分析，受推力、重力、支持力，如图：

$$x \text{ 方向: } F\cos\theta - mg\sin\theta = ma \quad ①$$

$$y \text{ 方向: } N - F\sin\theta - G\cos\theta = 0 \quad ②$$

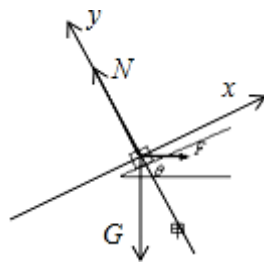
从图象中取两个点 $(20\text{N}, 2\text{m/s}^2)$, $(30\text{N}, 6\text{m/s}^2)$ 代入①式解得

A、B, $m=2\text{kg}$, $\theta=37^\circ$; 因而 A、B 可以算出。

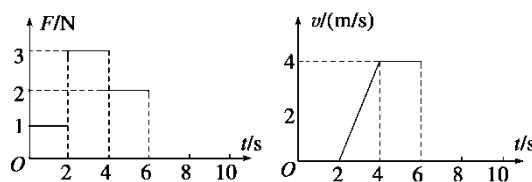
C、当 $a=0$ 时，可解得 $F=15\text{N}$ ，因而 C 可以算出。

D、题中并未说明力 F 随时间变化的情况，故无法求出加速度为 6m/s^2 时物体的速度大小，因而 D 不可以算出，故选 D。

【考点】受力分析，牛顿第二定律， a - F 图象。



【典例 8】放在水平地面上的一物块，受到方向不变的水平推力 F 的作用， F 的大小与时间 t 的关系和物块速度 v 与时间 t 的关系如图所示。取重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。由此两图线可以求得物块的质量 m 和物块与地面之间的动摩擦因数 μ 分别为 ()



- A. $m=0.5 \text{ kg}$, $\mu=0.4$ B. $m=1.5 \text{ kg}$, $\mu=0.4$ C. $m=0.5 \text{ kg}$, $\mu=0.2$ D. $m=1 \text{ kg}$, $\mu=0.2$

【答案】A

【解析】(1)由 v - t 图象可知，物块在 $4\sim 6 \text{ s}$ 内做匀速运动，

由 F - t 图象知， $4\sim 6 \text{ s}$ 时 $F_3=2\text{N}$ ，故滑动摩擦力 $f=F_3=2\text{N}$ 。

(2)由 v - t 图象可知， $2\sim 4 \text{ s}$ 内做匀加速运动， $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4-0}{4-2} = 2\text{m/s}^2$ ，

在 $2\sim 4 \text{ s}$ 内由牛顿第二定律有 $F_2 - f = ma$ ，可得 $m=0.5\text{kg}$ ；

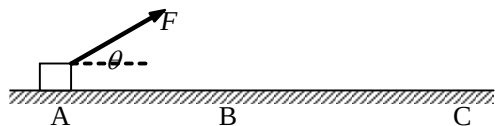
由滑动摩擦定律有 $f = \mu mg$ ，可得 $\mu = \frac{f}{mg} = 0.4$ 。故选 A。

【考点】受力分析，牛顿第二定律， F - t 图象， v - t 图象。

【典例 9】如图所示，质量为 $m=5\text{kg}$ 的物体放在光滑水平面上，物体受到与水平面成 $\theta=37^\circ$ 斜向上的拉力 $F=50\text{N}$ 作用，由 A 点处静止开始运动，到 B 点时撤去拉力 F ，共经时间 $t=10\text{s}$ 到达 C 点，已知 AC 间距离为 $L=144\text{m}$ ，求：($\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$)

(1)物体在拉力 F 作用下运动的加速度 a 的大小；

(2)物体运动的最大速度 v_m 的大小及拉力 F 作用的时间 t_1 。



【答案】(1)物体在拉力 F 作用下运动的加速度 a 的大小为 8m/s^2 ；

(2)物体运动的最大速度 v_m 的大小为 16m/s ，拉力 F 作用的时间为 2s 。

【解析】(1)将力 F 正交分解，则水平方向由牛顿第二定律 $F\cos\theta = ma$ ，得 $a=8\text{m/s}^2$ 。

(2)物体先加速后匀速，则有最大速度 $v_m = at_1$ ，而 $L = \frac{1}{2}v_mt_1 + v_m(t-t_1)$ ，得 $v_m=16\text{m/s}$, $t_1=2\text{s}$ 。

【考点】受力分析，牛顿第二定律，运动学方程。