

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

一、本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一个选项是符合题目要求的。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 如图所示, 玻璃球沿碗的内壁做匀速圆周运动, 若忽略摩擦, 关于玻璃球的受力情况, 下列说法中正确的是

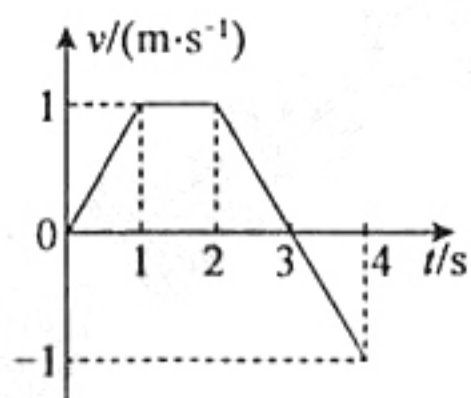


- A. 只受重力和支持力
B. 受重力、支持力和压力
C. 受重力、支持力和向心力
D. 受重力、压力和向心力

2. 下列关于加速度的说法中正确的是

- A. 速度越大, 加速度一定越大
B. 速度为零, 加速度一定为零
C. 速度变化越快, 加速度一定越大
D. 速度变化越大, 加速度一定越大

3. 右图为一个物体做直线运动的 $v-t$ 图像。关于物体的运动, 下列说法中错误的是

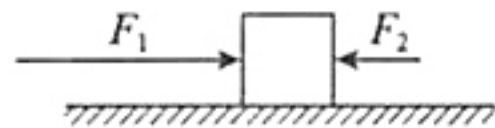


- A. 0 ~ 1s 内和 2 ~ 3s 内的运动方向相同
B. 2 ~ 3s 内和 3 ~ 4s 内的加速度相同
C. 0 ~ 2s 内和 0 ~ 4s 内的位移相同
D. 0 ~ 1s 内和 2 ~ 3s 内的速度变化量相同

4. 如果一个物体在运动的过程中克服重力做了 80J 的功, 则

- A. 物体的重力势能一定增加 80J
B. 物体的机械能一定增加 80J
C. 物体的动能一定减少 80J
D. 物体的机械能一定减少 80J

5. 如图所示, 一个木块在水平外力 F_1 和 F_2 的作用下静止在水平桌面上。已知 $F_1 = 12\text{N}$, $F_2 = 4\text{N}$ 。若只撤去外力 F_1 , 则木块在水平方向上受到的合力为

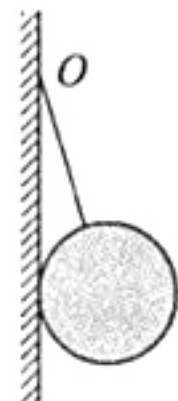


- A. 12N, 方向向左
B. 8N, 方向向右
C. 2N, 方向向左
D. 0

6. 电梯内有一个质量为 m 的物体, 用细线悬挂在电梯的天花板上。已知当地的重力加速度为 g , 当电梯以 $\frac{1}{3}g$ 的加速度竖直向下做匀加速直线运动时, 细线对物体拉力的大小为

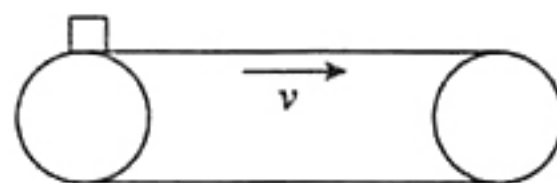
- A. $\frac{1}{3}mg$
B. $\frac{2}{3}mg$
C. $\frac{3}{4}mg$
D. mg

7. 如图所示, 在竖直光滑墙壁上用细绳将一个质量为 m 的球挂在 O 点, 平衡时细绳与竖直墙的夹角为 θ , $\theta < 45^\circ$ 。若墙壁对球的支持力大小为 N , 细绳对球的拉力大小为 T , 重力加速度为 g , 则下列说法中正确的是



- A. $N < mg, T < mg$
B. $N < mg, T > mg$
C. $N > mg, T > mg$
D. $N > mg, T < mg$

8. 如图所示,水平传送带在电动机带动下始终保持以速度 v 匀速运动,某时刻质量为 m 的物块无初速地放在传送带的左端,经过一段时间物块能与传送带保持相对静止。已知物块与传送带间的动摩擦因数为 μ 。若当地的重力加速度为 g ,对于物块放上传送带到物块与传送带相对静止的过程,下列说法中正确的是

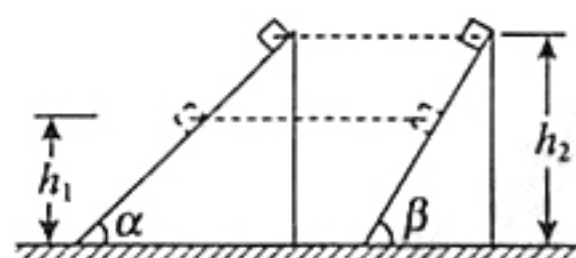


- A. 物块所受摩擦力的方向水平向左
 B. 物块运动的时间为 $\frac{v}{2\mu g}$
 C. 物块相对地面的位移大小为 $\frac{v^2}{\mu g}$
 D. 物块相对传送带的位移大小为 $\frac{v^2}{2\mu g}$

9. 2016年8月16日,墨子号量子科学实验卫星成功发射升空,这标志着我国空间科学研究又迈出重要一步。已知卫星在距地球表面高度为 h 的圆形轨道上运行,运行周期为 T ,引力常量为 G ,地球半径为 R ,则地球的质量可表示为

- A. $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
 B. $\frac{4\pi^2 (R+h)}{GT^2}$
 C. $\frac{4\pi^2 (R+h)^2}{GT^2}$
 D. $\frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GT^2}$

10. 如图所示,质量相等的 A 、 B 两个物体,沿着倾角分别为 α 和 β 的两个光滑固定斜面 ($\alpha < \beta$),由静止开始从同一高度 h_2 处下滑到同样的另一高度 h_1 处。在此过程中,关于 A 、 B 两个物体,相同的物理量是



- A. 下滑所用的时间
 B. 重力的平均功率
 C. 所受合力的冲量大小
 D. 所受支持力的冲量大小

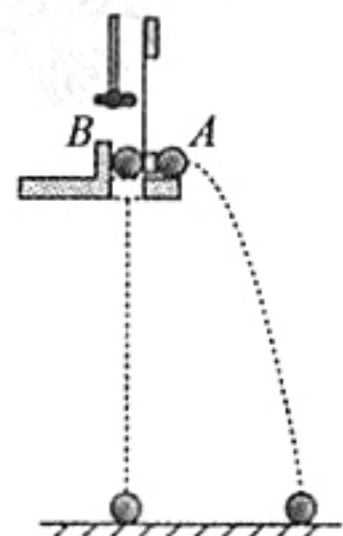
11. 真空中电荷量为 Q 的点电荷周围存在电场,根据电场强度的定义式 $E = \frac{F}{q}$ 可推导出点电

荷周围某点的电场强度大小 $E = k \frac{Q}{r^2}$ (k 为静电力常量, r 为点电荷到该点的距离)。质量为 M 的质点周围存在引力场,类比点电荷,可写出该质点周围某点的引力场强度大小为 $E_{引} = G \frac{M}{r^2}$ (G 为引力常量, r 为质点到该点的距离),则引力场强度的单位是

- A. kg/m
 B. kg/m^2
 C. N/kg
 D. N/kg^2

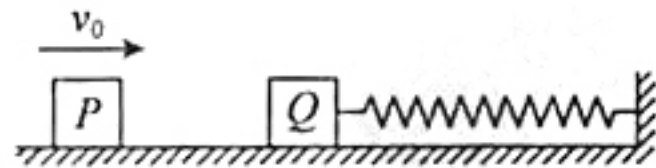
12. 某物理小组利用如图所示的装置研究平抛运动。他们用小锤打击弹性金属片, A 球水平抛出,同时 B 球被松开,自由下落,并观察到两小球同时落地。关于该实验,下列说法中正确的是

- A. 若只改变装置的高度,多次实验,则能说明 A 球在水平方向做匀速直线运动
 B. 若只改变小锤的打击力度,多次实验,则能说明 A 球在水平方向做匀速直线运动
 C. 若只改变装置的高度,多次实验,则能说明 A 球在竖直方向做自由落体运动
 D. 若只改变小锤的打击力度,多次实验,则能说明 A 球在竖直方向做自由落体运动



13. 如图所示,滑块 P 、 Q 静止在粗糙水平面上,一根轻弹簧一端与滑块 Q 相连,另一端固定在墙上,弹簧处于原长状态。现使滑块 P 以初速度 v_0 向右运动,与滑块 Q 发生碰撞(碰撞时间极短),碰后两滑块一起向右压缩弹簧至最短,然后在弹簧弹力作用下两滑块向左运动,两滑块分离后,最终都静止在水平面上。已知滑块 P 、 Q 的质量分别为 $2m$ 和 m ,它们与水平面间的动摩擦因数不相等。下列说法中正确的是

- A. 两滑块发生碰撞的过程中,其动量和机械能均守恒
- B. 两滑块分离时,弹簧一定不处于原长状态
- C. 滑块 P 最终一定停在出发点右侧的某一位置
- D. 整个过程中,两滑块克服摩擦力做功的和为 mv_0^2

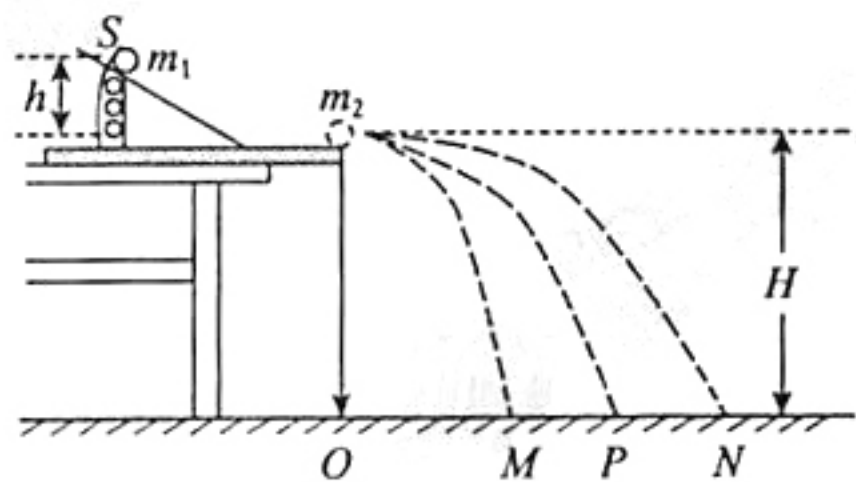


二、本题共 3 小题,共 19 分。把答案填在答题卡相应的位置。

14. (3 分)

如图所示,用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律,即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。实验中,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的,但是可以通过仅测量_____ ,间接地解决这个问题。

- A. 小球开始释放时的高度 h
- B. 小球抛出点距地面的高度 H
- C. 小球做平抛运动的射程



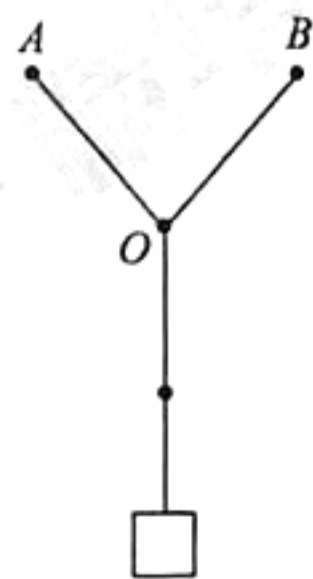
15. (6 分)

某同学在家中尝试验证力的平行四边形定则,他找到三条相同的橡皮筋(遵循胡克定律)和若干小重物,以及刻度尺、三角板、铅笔、细绳、白纸、钉子,设计了如下实验:将两条橡皮筋的一端分别挂在竖直墙上的两个钉子 A 、 B 上,另一端与第三条橡皮筋连接,结点为 O ,将第三条橡皮筋的另一端通过细绳悬挂重物,如图所示。

(1) 为完成该实验,下述操作中必需有的是_____。(多选)

- A. 测量细绳的长度
- B. 测量橡皮筋的原长
- C. 测量悬挂重物后橡皮筋的长度及方向
- D. 记录悬挂重物后结点 O 的位置

(2) 钉子位置固定,欲利用现有器材,改变条件再次验证,可采用的方法是_____。



16. (10分)

如图1所示,用质量为 m 的重物通过滑轮牵引小车,使它在长木板上运动,打点计时器在纸带上记录小车的运动情况。利用该装置可以完成“探究动能定理”的实验。

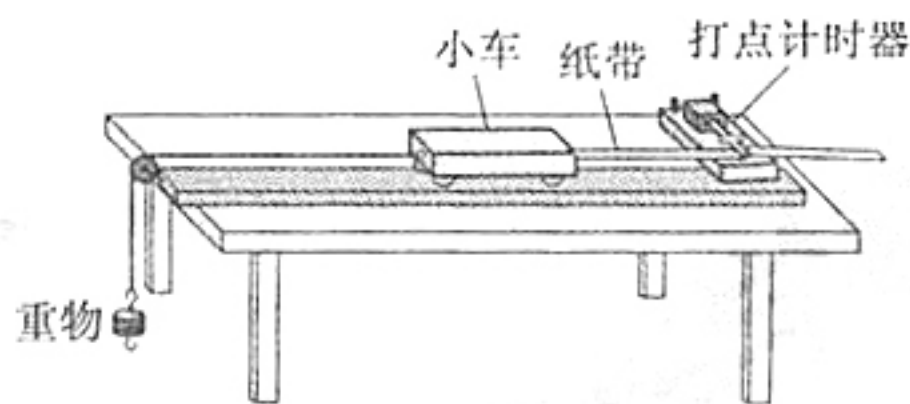


图1

(1) 为了完成实验,还需要的测量工具有 _____ (多选)。

- A. 刻度尺 B. 天平 C. 秒表

(2) 平衡摩擦力后,接通电源,释放小车,打点计时器在纸带上打下一系列点,将打下的第一个点标为 O 。在纸带上依次取 A 、 B 、 C ……若干个计数点,已知相邻计数点间的时间间隔为 T 。测得 A 、 B 、 C ……各点到 O 点的距离分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 ……,如图2所示。

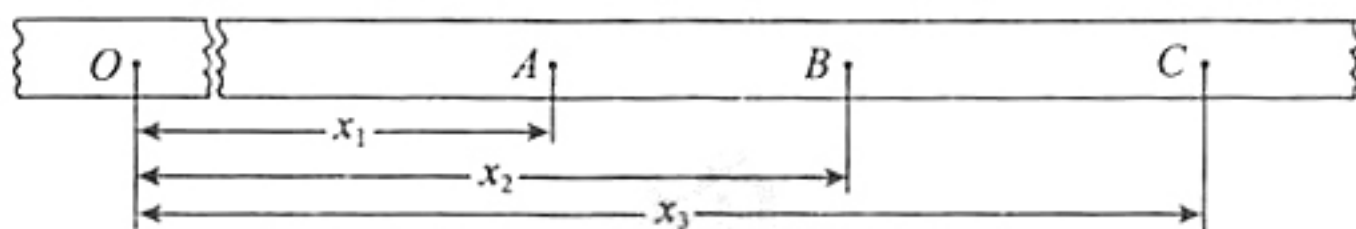


图2

实验中,重物质量远小于小车质量,可认为小车所受的拉力大小为 mg 。从打 O 点到打 B 点的过程中,拉力对小车做的功 $W =$ _____,打 B 点时小车的速度 $v =$ _____。

(3) 以 v^2 为纵坐标, W 为横坐标,可作出 $v^2 - W$ 图像。实验中如果没有平衡摩擦力,不考虑其它阻力的影响,则从理论上分析,图3中正确反映 $v^2 - W$ 关系的是 _____。

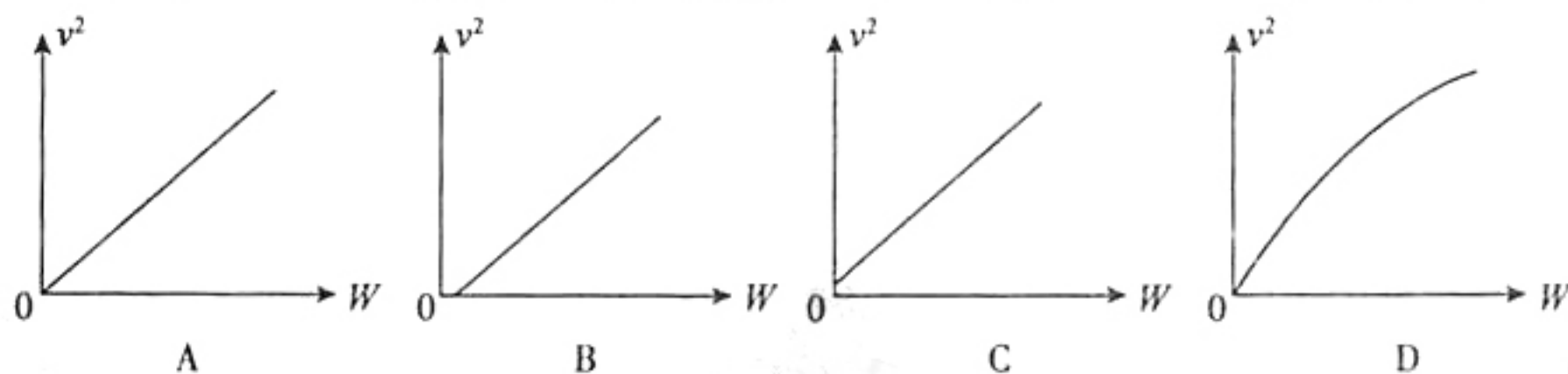


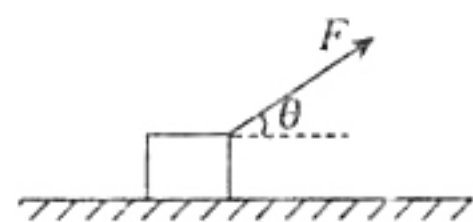
图3

三、本题共5小题,共42分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位。把答案填在答题卡相应的位置。

17. (7分)

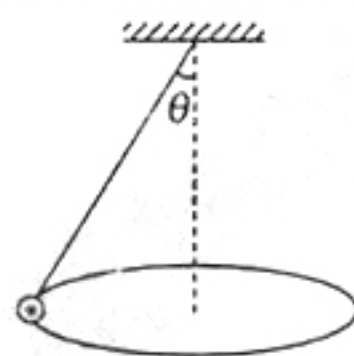
如图所示,质量 $m = 0.78\text{kg}$ 的金属块放在水平桌面上,在大小 $F = 3.0\text{N}$ 、方向与水平方向夹角 $\theta = 37^\circ$ 的拉力作用下,以 $v = 4.0\text{m/s}$ 的速度向右做匀速直线运动。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求:

- (1) 金属块与桌面间的动摩擦因数 μ ;
 (2) 撤去拉力 F 后金属块在桌面上能滑行的距离 d 。



18. (7分)

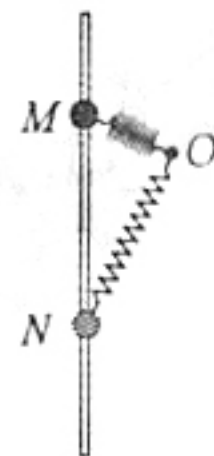
如图所示,细线的一端固定,另一端系着质量为 m 的小球(可视为质点),小球在如图所示的水平面内做匀速圆周运动。已知细线长为 l ,与竖直方向的夹角为 θ ,重力加速度为 g 。求:



- (1) 小球对细线拉力 F 的大小;
- (2) 小球角速度 ω 的大小。

19. (8分)

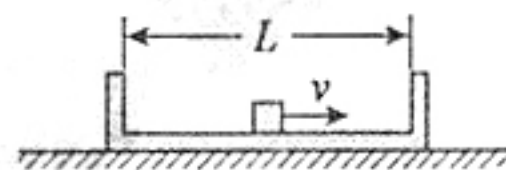
如图所示,小球套在光滑的竖直杆上,轻弹簧一端固定于 O 点,另一端与小球相连。现将小球从 M 点由静止释放,它在下降的过程中经过了 N 点。已知在 M 、 N 两点处弹簧对小球的弹力大小相等,且 $OM = 3d$, $ON = 4d$, $MN = 5d$,重力加速度为 g 。求:



- (1) 弹簧的原长 l ;
- (2) 小球运动到 N 点时速度 v_N 的大小。

20. (10分)

如图所示,质量为 M 、内间距为 L 的箱子静止在光滑水平面上,箱子中间有一质量为 m 的小物块(可视为质点),初始时小物块停在箱子正中间。现给小物块一水平向右的初速度 v ,小物块与箱壁 N 次碰撞后恰又回到箱子正中间,并与箱子保持相对静止。设碰撞过程中没有机械能损失。求:



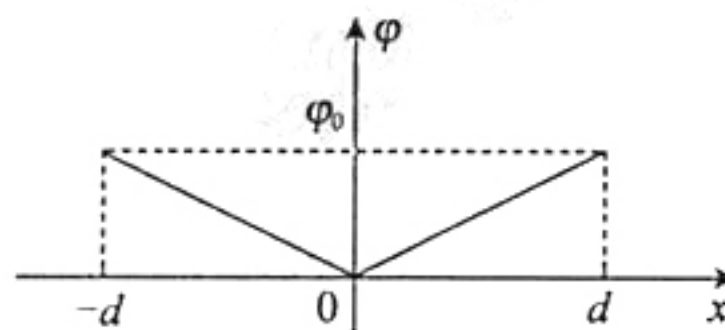
- (1) 小物块与箱子相对静止后共同速度的大小;
- (2) 整个过程中系统产生的热量;
- (3) 小物块与箱子底板间的动摩擦因数。

21. (10分)

做功与路径无关的力场叫做势场,在这类场中可以引入“势”和“势能”的概念,场力做功可以量度势能的变化。例如重力场和电场。

某势场的势 φ 随 x 的分布可简化为如图所示的折线,图中 φ_0 和 d 为已知量。一个质点在该势场中,仅在场力的作用下,在场中以 $x=0$ 为中心、沿 x 轴方向做周期性运动。已知质点的质量为 m ,受到的场力方向平行于 x 轴,其势能可表示为 $E_p = k\varphi$ (k 为不变量),动能与势能之和恒为 A ($0 < A < k\varphi_0$)。

- (1) 求质点的最大速率 v_m ;
- (2) 求质点的运动区间;
- (3) 试论证质点在该势场中所受场力的大小不变,并求质点的运动周期。



物理学科参考答案

2017. 11

一、本题共 13 小题，每小题 3 分，共 39 分。

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 答案 | A | C | D | A | D | B | B | D | C | D | C | C | B |

二、本题共 3 小题，共 19 分。

14. C..... (3 分)

15. (1) BCD (3 分)

(2) 改变重物的质量..... (3 分)

16. (1) AB..... (3 分)

(2) mgx_2 (2 分)

$\frac{x_3 - x_1}{2T}$ (2 分)

(3) A..... (3 分)

三、本题共 5 小题，共 42 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

17. (7 分)

解：(1) 金属块的受力情况如图 1 所示。根据牛顿第二定律有

$$F \cos \theta - f = 0$$

$$N + F \sin \theta - mg = 0$$

又因为 $f = \mu N$

所以 $\mu = 0.40$ (3 分)

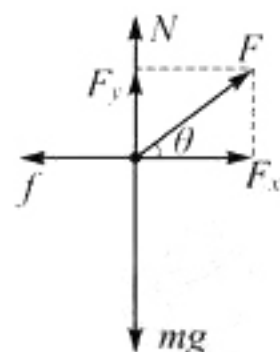


图 1

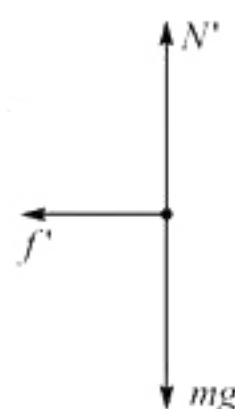


图 2

(2) 撤去拉力 F 后，金属块的受力情况如图 2 所示。根据牛顿第二定律有

$$f' = ma$$

$$N' - mg = 0$$

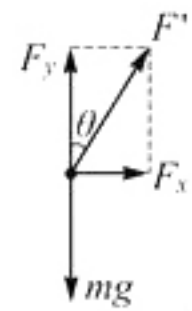
又因为 $f' = \mu N'$

所以 $a = 4.0 \text{ m/s}^2$

则金属滑行的距离 $d = \frac{v^2}{2a} = 2.0 \text{ m}$ (4 分)

18. (7分)

解: 小球的受力情况如图所示。



(1) 在竖直方向, 根据牛顿第二定律有

$$F' \cos \theta - mg = 0$$

所以 $F' = \frac{mg}{\cos \theta}$

根据牛顿第三定律可知, 小球对细线拉力的大小 $F = F' = \frac{mg}{\cos \theta}$ 。..... (3分)

(2) 由几何关系可知, 小球在水平面内做圆周运动的轨道半径 $r = l \sin \theta$ 。

在水平方向, 根据牛顿第二定律有

$$F \sin \theta = m\omega^2 r$$

所以 $\omega = \sqrt{\frac{g}{l \cos \theta}}$ (4分)

19. (8分)

解: (1) 设弹簧的劲度系数为 k 。因为在 M 、 N 两点处, 弹簧对小球的弹力大小相等, 所以根据胡克定律有

$$k(l - 3d) = k(4d - l)$$

所以 $l = 3.5d$ (3分)

(2) 因为在 M 、 N 两点处, 弹簧对小球的弹力大小相等, 即弹簧的形变量相等, 所以在 M 、 N 两点处弹簧的弹性势能 $E_{PM} = E_{PN}$ 。

取小球和弹簧为系统, 在小球从 M 点运动到 N 点的过程中系统的机械能守恒。取 N 点所在平面为零势能平面, 则有

$$0 + mg \cdot 5d + E_{PM} = \frac{1}{2}mv_N^2 + 0 + E_{PN}$$

所以 $v_N = \sqrt{10gd}$ (5分)

20. (10分)

解: (1) 设小物块与箱子相对静止后的共同速度为 $v_{共}$ 。取小物块和箱子为系统, 系统的动量守恒, 取水平向右为正方向, 则有

$$mv = (M + m)v_{共}$$

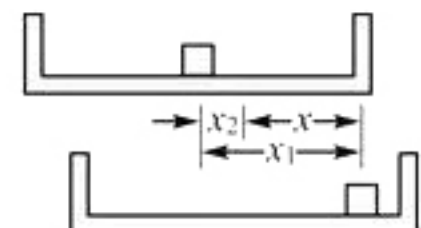
所以 $v_{共} = \frac{mv}{M + m}$ (3分)

(2) 取小物块和箱子为系统, 根据能量转化与守恒定律, 系统产生的热量

$$Q = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(M + m)v_{共}^2 = \frac{Mmv^2}{2(M + m)}$$
 (3分)

(3) 研究小物块在箱子中运动的任意一段的过程 (没有箱壁发生碰撞), 设物块相对于地面的位移为 x_1 , 箱子相对于地面的位移为 x_2 , 物块相对于箱子的位移为 x ; 物块的初末速度分别为 $v_{1初}$ 和 $v_{1末}$, 箱子的初末速度分别为 $v_{2初}$ 和 $v_{2末}$ 。根据动能定理, 对于物块和箱子分别有

$$-\mu mgx_1 = \frac{1}{2}mv_{1末}^2 - \frac{1}{2}mv_{1初}^2 \quad \text{①}$$



$$\mu mgx_2 = \frac{1}{2}Mv_{2末}^2 - \frac{1}{2}Mv_{2初}^2 \quad ②$$

①②两式相加有

$$\mu mg(x_1 - x_2) = \left(\frac{1}{2}mv_{1初}^2 + \frac{1}{2}Mv_{2初}^2\right) - \left(\frac{1}{2}Mv_{2末}^2 + \frac{1}{2}mv_{1末}^2\right)$$

根据能量转化与守恒定律有，此过程系统产生的热量 $Q' = \mu mgx$

由题意可知，整个过程中小物块与箱子的相对路程 $s = NL$

所以整个过程系统产生的热量 $Q = \mu mgs = N\mu mgL$

所以
$$\mu = \frac{Q}{NmgL} = \frac{Mv^2}{2NgL(M+m)} \dots\dots\dots (4 \text{分})$$

21. (10分)

解：(1) 当物体经过 $x=0$ 的位置时，其势能为零，动能和速度最大，则有

$$\frac{1}{2}mv_m^2 + 0 = A$$

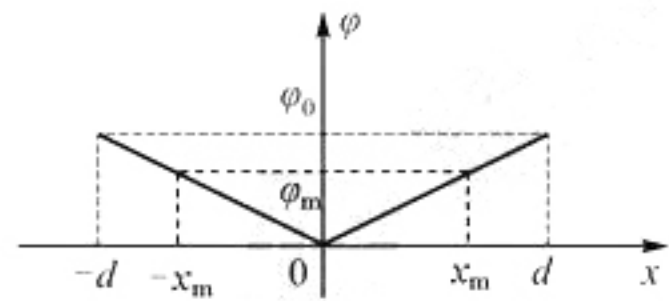
所以
$$v_m = \sqrt{\frac{2A}{m}} \dots\dots\dots (3 \text{分})$$

(2) 如图所示，设物体的运动区间为 $-x_m \leq x \leq x_m$ 。当物体运动到 $x = x_m$ 处时，其势能最大，动能为零。则有

$$0 + E_{pm} = A$$

即
$$E_{pm} = A$$

又因为
$$E_{pm} = k\varphi_m, E_{p0} = k\varphi_0, \frac{\varphi_m}{\varphi_0} = \frac{x_m}{d}$$



所以
$$x_m = \frac{dA}{k\varphi_0}$$

即物体的运动区间为
$$-\frac{dA}{k\varphi_0} \leq x \leq \frac{dA}{k\varphi_0} \dots\dots\dots (3 \text{分})$$

(3) 由题意可知，场力的方向指向 $x=0$ 处。

在 $x > 0$ 区域：

由图像可知，场的势可表示为 $\varphi = bx$ (b 为直线的斜率)，则质点在场中的势能可表示为 $E_p = kbx$ 。若将质点沿 x 轴移动一段距离 Δx ，只要 Δx 取的足够小，可认为场力不变，设为 F 。因为 $W_F = -\Delta E_p$ ，所以 $F \cdot \Delta x = -kb \cdot \Delta x$ ，可得 $F = -kb$ 。

在 $x < 0$ 区域：同理可证，场力 $F = kb$ 。

综上所述：质点在该势场中所受场力的大小 $F = kb$ ，保持不变。

质点从 $x = x_m$ 向 $x = 0$ 运动的过程中，做初速度为零的匀加速直线运动。根据牛顿第二定律，质点加速度的大小为 $a = \frac{F}{m} = \frac{kb}{m} = \frac{k\varphi_0}{md}$ ，运动时间 $t = \sqrt{\frac{2x_m}{a}} = \sqrt{\frac{2mAd^2}{k^2\varphi_0^2}}$ 。

所以质点的运动周期
$$T = 4t = \sqrt{\frac{32mAd^2}{k^2\varphi_0^2}} \dots\dots\dots (4 \text{分})$$