

太原市 2017-2018 学年第一学期高三期末考试（物理）

一、单选选择题：本大题共 8 小题，每小题 5 分。请将正确选项填在括号中。

1. 某同学通过以下步骤测出了从一定高度落下的排球对地面的冲击力：将一张白纸铺在水平地面上，把排球在水里弄湿，然后让排球从规定的高度自由落下，并在白纸上留下球的水印。再将印有水印的白纸铺在台秤上，将球放在纸上的水印中心，缓慢地压球，使排球与纸接触部分逐渐发生形变直至刚好遮住水印，记下此时台秤的示数即为冲击力的最大值。下列物理学习或研究中用到的方法与该同学的方法相同的是（ ）

- A. 建立“合力与分力”的概念 B. 建立“点电荷”的概念
C. 建立“电场强度”的概念 D. 建立“冲量”的概念

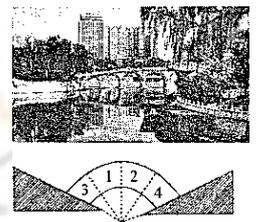
考点：物理研究方法

解析：题中利用了等效替代的方法；A 选项是等效替代；B 选项是理想模型；C 选项是控制变量法；D 是微元法。

答案：A

2. 历经一年多的改造，10 月 1 日，太原迎泽公园重新开园，保持原貌的七孔桥与新建的湖面码头，为公园增色不少。如图是七孔桥正中央一孔，位于中央的楔形石块 1，左侧面与竖直方向的夹角为 θ ，右侧面竖直。若接触面间的摩擦力忽略不计，则石块 1 左、右两侧面所受弹力的比值为（ ）

- A. $\frac{1}{\tan \theta}$ B. $\sin \theta$
C. $\frac{1}{\cos \theta}$ D. $\frac{1}{2 \cos \theta}$



考点：受力分析（弹力方向的判断）

解析：石块 1 受到 2 水平向左的弹力和 3 斜向右上的弹力以及重力，利用三角形法则，注意找准角度关系。

答案：C

3. 飞机在空中撞到一只鸟常见，撞到一只兔子就比较罕见了，而这种情况真的被澳大利亚一架飞机遇到了。2017 年 10 月 20 日，一架从墨尔本飞往布里斯班的飞机，飞到 1500m 高时就撞到了一只兔子，当时这只兔子正被一只鹰抓着，两者撞到飞机当场殒命。设当时飞机正以 720 km/h 的速度飞行，撞到质量为 2kg 的兔子，作用时间为 0.1s。则飞机受到兔子的平均撞击力约为（ ）

- A. $1.44 \times 10^3 N$ B. $4.0 \times 10^3 N$
C. $8.0 \times 10^3 N$ D. $1.44 \times 10^4 N$



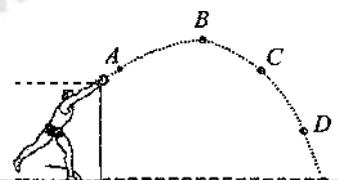
考点：动量定理 & 牛顿第三定律

解析：利用动量定理： $mv = Ft$ ，求出兔子受到的平均撞击力，和飞机受到的平均撞击力等大反向。

答案：B

4. 某同学在体育场上抛出铅球，其运动轨迹如图所示。已知铅球在 B 点时速度与加速度方向相互垂直，且 AB、BC、CD 间的高度差之比为 1:1:2。忽略空气阻力，下列说法正确的是（ ）

- A. 铅球在 AB 与 BC 间速度的变化量不同
B. 铅球在 BC 间速度的变化量大于在 CD 间速度的变化量
C. 从 A 到 D，铅球的水平分速度先减小后增大
D. 从 A 到 D，铅球速度与加速度方向间的夹角先增大后减小



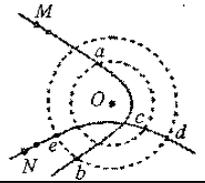
考点: 斜抛运动 & 运动的合成与分解

解析: AB 和 BC 间运动时间相等, 速度变化量相等, A 不正确; 根据比例式, BC 的时间大于 CD 时间, 所以 BC 间速度的变化量大于在 CD 间速度的变化量, B 正确; A 到 D , 水平分速度不变, C 不正确; 从 A 到 D , 铅球速度和加速度方向间的夹角一直减小。

答案: B

5. 如图, 一带正电的点电荷固定于 O 点, 两虚线圆均以 O 为圆心, 两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹, a 、 b 、 c 、 d 、 e 为轨迹和虚线圆的交点。不计重力, 下列说法错误的是 ()

- A. M 带负电荷, N 带正电荷
- B. M 在 b 点的动能小于它在 a 点的动能
- C. N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能
- D. N 在从 c 点运动到 d 点的过程中克服电场力做功



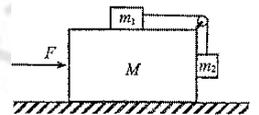
考点: 曲线运动速度方向判断, 做功正负的判断

解析: 根据曲线的弯曲情况, 判断出 M 和 O 点正电荷相互吸引, 带负电; N 和 O 点正电荷相互排斥, 带正电, A 正确; a 点电势高于 b , 对于负电荷 M , 在 a 点电势能小于 b , 在 a 点动能大于 b , B 正确; d 和 e 等势, N 在两点电势能相等, C 正确; 从 c 到 d , N 受到排斥力和运动方向夹角锐角, 电场力做正功, D 错误。

答案: D

6. 如图, 光滑长方体物块质量为 M 、静止在水平地面上, 上部固定一轻滑轮, 跨过定滑轮的轻绳连接质量为 m_1 和 m_2 的两物体, 初始状态下各物体均静止, 连接 m_1 的细绳水平、 m_2 恰好与 M 的侧壁相接触。不考虑一切摩擦, 现对 M 施加水平向右的推力 F , 使得三物体何均不存在相对运动, 则 F 的大小为 ()

- A. $\frac{m_2(m_1 + m_2 + M)}{m_1} g$
- B. $\frac{m_1(m_1 + m_2 + M)}{m_2} g$
- C. $\frac{m_1(M - m_1 + m_2)}{m_2} g$
- D. $\frac{m_2(m_1 + m_2 + M)}{M} g$



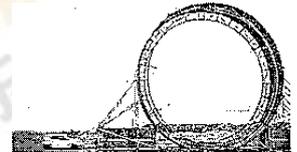
考点: 先隔离后整体的受力分析法

解析: m_2 在竖直方向受力平衡; m_1 受到绳子拉力 m_2g , 向右加速, 加速度大小 $a = m_2g/m_1$; 三者整体一起向右加速, 加速度相等, $F = (m_1 + m_2 + M) \cdot a$ 。选 A 。

答案: A

7. 对于挑战世界最大的环形车道(直径 $12.8m$, 位于竖直面内)的特技演员 Steve Truglia 来说, 瞬间的犹豫都可能酿成灾难性后果。若速度太慢, 汽车在环形车道上, 便有可能像石头一样坠落; 而如果速度太快, 产生的离心力可能让他失去知觉。挑战中汽车以 $16m/s$ 的速度进入车道, 到达最高点时, 速度降至 $10m/s$ 成功挑战。已知演员与汽车的总质量为 $1t$, 将汽车视为质点, 在上升过程中汽车速度一直减小, 下降过程中速度一直增大, 取 $g=10m/s^2$, 则汽车在以 $16m/s$ 的速度进入车道从最低点上升到最高点的过程中 ()

- A. 通过最低点时, 汽车受到的弹力为 $4 \times 10^4 N$
- B. 在距地面 $6.4m$ 处, 演员最可能失去知觉
- C. 只有到达最高点时汽车速度不小于 $10m/s$, 才可能挑战成功
- D. 只有汽车克服合力做的功小于 $9.6 \times 10^4 J$, 才可能挑战成功



考点: 竖直面内圆周运动

解析: 通过最低点, 受到重力和支持力, $F_N - mg = F_n = m \frac{v_0^2}{R}$, 求出弹力 $F_N = 5 \times 10^4 N$, A 不正确; 在最低点离心力最大, 最容易失去知觉, B 不正确; 最高点最小速度设为 v_{min} , $mg = F_n = m \frac{v_{min}^2}{R}$, 解出来 $v_{min} = 8m/s$, C 不正确; 根据动能定理, $\frac{1}{2}mv_{min}^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W$, 解得 $W = 9.6 \times 10^{-4} J$, D 正确。

答案: D

8. 宇宙中存在一些离其它恒星较远的、由质量相等的三颗星组成的三星系统, 通常可忽略其它星体对它们的引力作用。已观测到稳定的三星系统存在两种基本的构成形式: 一种是三颗星位于同一直线上, 两颗星围绕中央星在半径同为 R 的圆轨道上运行; 另一种形式是三颗星位于边长为 R 的等边三角形的三个顶点上, 并沿外接于等边三角形的圆形轨道运行。则第一种形式下绕中心运动的星体与第二种形式下绕中心运动的星体相比, 下列说法正确的是 ()

- A. 第一种形式下的轨道半径是第二种形式下的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍
- B. 第一种形式下受到的引力值大于第二种形式受到的引力值
- C. 第一种形式下的线速度值大于第二种形式下的线速度值
- D. 第一种形式下的周期小于第二种形式下的周期

考点: 三星系统

第一种情形下得万有引力大小为 $F_{向} = \frac{5Gm^2}{4R^2}$, 轨道半径为 R , 则 $\frac{5Gm^2}{4R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 得 $v = \sqrt{\frac{5Gm}{4R}}$, $T = \frac{2\pi R}{v} = 4\pi \sqrt{\frac{R^3}{5Gm}}$

第二种情形下得万有引力大小为 $F_{向} = \frac{\sqrt{3}Gm^2}{R^2}$, 轨道半径为 $\frac{\sqrt{3}}{3}R$, 则 $\frac{\sqrt{3}Gm^2}{R^2} = m \frac{v^2}{\frac{\sqrt{3}}{3}R}$, 得 $v = \sqrt{\frac{Gm}{R}}$,

$$T = \frac{2\pi \frac{\sqrt{3}}{3}R}{v} = \frac{2\sqrt{3}\pi}{3} \sqrt{\frac{R^3}{Gm}}$$

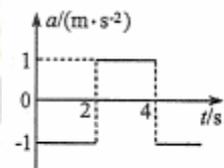
答案: C

二、多项选择题: 本题包含 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。在每小题给出的四个选项中, 至少有两个选项正确。全部选对的得 5 分, 选不全的得 3 分, 有错者或不答的得 0 分。请将正确选项前的字母填在下表内相应位置。

| | | | | |
|----|-----|----|----|----|
| 题号 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 答案 | ABD | BD | AD | BC |

9. 静止在水平面上的物体, 受到水平拉力的作用, 其加速度 a 随时间 t 变化的图象如图所示。则 ()

- A. $t = 4s$ 时, 物体的动能为零
- B. $t = 4s$ 时, 物体的动量为零
- C. 在 $0 \sim 4s$ 内, 物体的位移为零
- D. 在 $0 \sim 4s$ 内, 合力对物体的冲量为零



考点: $a-t$ 图像

$a-t$ 图像所围的面积表示速度变化量大小, t 轴上方面积表示速度为正, t 轴面积下方表示速度为负, $4s$ 时面积和为 0, 且初速度为 0, 则

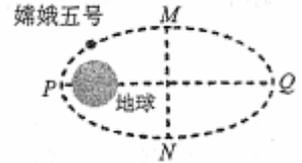
速度为 0，动能为 0，动量为 0，合力的冲量也为 0。AB 正确

由图像可知物体在 0~2s 做加速运动，2~4s 做减速运动，位移均为负，所以不可能为 0，C 错

答案：ABD

10.我国计划近期发射的嫦娥五号月球探测器，是负责采样返回任务的中国首颗地月采样往返探测器。嫦娥五号具体的发射方案是，先由运载火箭将探测器送入近地点高度 200km、远地点高度 51000km、运行周期约为 16h 的椭圆轨道；然后探测器与运载器分离……。如图为嫦娥五号绕地球沿椭圆轨道运动的轨道，P 为近地点，Q 为远地点，M、N 为轨道短轴的两个端点。若只考虑嫦娥五号和地球间的相互作用，则在嫦娥五号从 P 经过 M、Q 到 N 的运动过程中（ ）

- A. 嫦娥五号从 P 到 M 运动的时间约为 4h
- B. 从 P 到 Q 的过程中，嫦娥五号的加速度逐渐变小
- C. 从 Q 到 N 的过程中，嫦娥五号的机械能逐渐变大
- D. 从 M 到 N 的过程中，地球引力对嫦娥五号先做负功后做正功



考点：开普勒轨道定律

从 P 到 Q 的过程中，动能转化为引力势能，速度减小，因此在 P 到 M 的过程中，平均速度大于 M 到 Q 的过程中的平均速度，所以所用的时间小于 4h，A 错误

从 P 到 Q 的过程中，由 $a = \frac{GM}{r^2}$ 得，随着 r 增大，加速度减小，B 正确

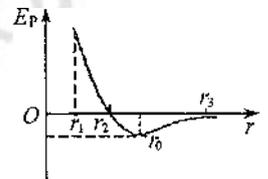
Q 到 N 的过程中，只有万有引力做功，机械能不变

M 到 Q 的过程中，万有引力与速度的夹角大于 90°，做负功；Q 到 N 的过程中，万有引力与速度的夹角小于 90°，做正功，所以 D 正确

答案：BD

11.在电场中，以 O 为原点，沿电场方向建立坐标轴 r。将带正电的试探电荷放入电场中，其电势能 E_p 随 r 变化的关系如图所示，其中 r_2 对应图线与横轴的交点，对应图线的最低点。若电荷只受电场力的作用，则下列说法正确的是（ ）

- A. 从 r_1 处释放电荷，电荷先向 r 正方向运动
- B. 从 r_2 处释放电荷，电荷将保持静止
- C. 从 r_0 处释放电荷，电荷将先向 r 负方向运动
- D. 从 r_3 处释放电荷，电荷将先向 r 负方向运动



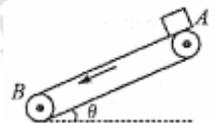
考点：电势能图象问题

解析：由 $E-p$ 图象推得 φ 的变化图象与其走势相同； $\varphi-r$ 图象斜率表示电场强度大小，电势降低的方向为电场强度的方向。 r_1 和 r_2 处场强向右，电荷向正方向运动，A 正确，B 错误； r_0 处场强为零，电荷静止； r_3 处场强向左，电荷向负方向运动。

答案：AD

12.如图为大型物流货场应用传送带搬运货物示意图，传送带与水平面成 37° 角、以 $2m/s$ 的速率向下运动。将 $1kg$ 的货物放在传送带的上端点 A 处，经 $1.2s$ 货物到达传送带的下端点 B 处。已知货物与传送带间的动摩擦因数为 0.5。取 $\sin \theta = 0.6$ ， $\cos \theta = 0.8$ ， $g = 10m/s^2$ ，则

- A. A、B 两点的距离为 2.4m
- B. 到达 B 点时，货物速度的大小为 $4m/s$
- C. 从 A 到 B 的过程中，货物与传送带的相对位移为 0.8m
- D. 从 A 到 B 的过程中，货物与传送带摩擦产生的热量为 3.2J



考点：传送带模型

解析：开始货物相对传送带向上运动，则对货物受力分析可得： $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$

当货物速度达到 $2m/s$ 时： $t_1=0.2s$ $x_1=v^2/2a_1=0.2m$

此后对货物受力分析可得： $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$

则物体到达 B 点时： $v_B = v + a_2 t_2 = 4m/s$, B 正确 $x_2 = vt_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = 3m$

则 $x_{AB} = x_1 + x_2 = 3.2m$, A 错误

对于传送带： $x = vt = 2.4m$ ；则 $\Delta x = x_{AB} - x = 0.8m$, C 正确

货物与传送带摩擦产生的热量 $Q = \mu mg \cos \theta \cdot \Delta x_1 + \mu mg \cos \theta \cdot \Delta x_2 = 4.8J$ (Δx_1 为第一段运动的相对位移 $0.2m$, Δx_2 为第二段运动的相对位移 $1m$, 二者方向相反, 所以总的相对位移为 $0.8m$), D 错误

答案：BC

三、实验题：本题包含 2 小题，共 14 分。请将答案填在题中横线上或按要求作答。

13. 某小组设计了“用一把刻度尺测动摩擦因数”的实验方案。

(1) 如图 1 所示，将一轻质弹簧放置在水平桌面上，左端固定，右端与一小滑块(可视为质点) 接触而不粘连，弹簧处于原长时，滑块恰好处在桌面边缘；

(2) 向左推滑块，使弹簧压缩至虚线位置后由静止释放，滑块离开桌面后落到水平地面上。测得桌面离地的高度为 h ，滑块平抛过程中发生的水平位移为 s ，已知重力加速度大小为 g ，则滑块离开桌面时的速度_____；(用已知和测得物理量的符号表示)

(3) 将弹簧和滑块在桌面上向左平移一定距离，然后同样固定弹簧左端，弹簧处于原长时，滑块位于 O 点，如图 2 所示。向左推滑块，使弹簧压缩量与第一次相同。释放滑块，滑块在水平桌面上滑行一段后停在 A 点，测得 $OA = x$ ，则可知滑块与桌面间的动摩擦因数为_____ (用已知和测得物理量的符号表示)。

(4) 本实验中会引起误差的因素有_____。

- A. 桌面不够水平
- B. 重力加速度的值比 $9.80m/s^2$ 大
- C. 弹簧的质量不可忽略

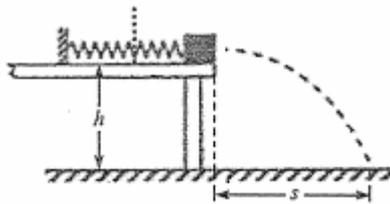


图 1

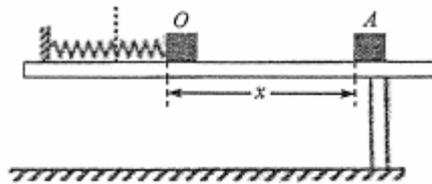


图 2

解析：

(2) 竖直方向做自由落体运动 $h = \frac{1}{2}gt^2$

水平方向做匀速运动 $s = v_0 t$

解得： $v_0 = s \sqrt{\frac{g}{2h}}$

(3) 由题意可得：两次弹性势能相同，即 $E_p = \frac{1}{2}mv_0^2$

由能量守恒得： $E_p = \mu mgx$

解得： $\mu = \frac{s^2}{4hx}$

(4) A (桌面不水平，会使小球初速度不沿水平方向)

14. 某同学用如图 1 的电路, 测量电源(电动势约 3V, 内阻约几欧)的电动势和内电阻, 图中器材的规格为: 电压表 $V(0 \sim 3V, \text{内阻约 } 5k\Omega)$ 、电流表 $A(0 \sim 200mA, \text{内阻可忽略})$ 、滑动变阻器 $R(0 \sim 500\Omega)$ 。

回答下列问题: (计算结果保留 2 位有效数字)

(1) 实验中, 当滑动变阻器的触头调到某一位置时, 电流表、电压表的示数分别如图 2 所示, 则电流表的读数为 _____ mA; 电压表的读数为 _____ V。

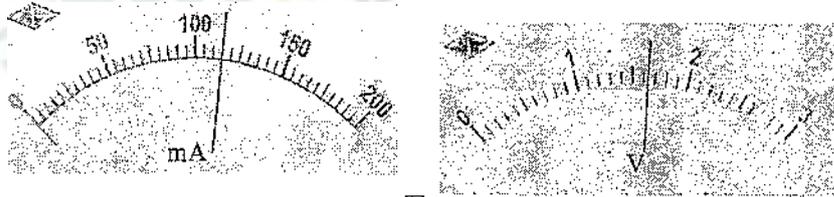
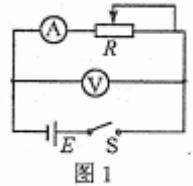


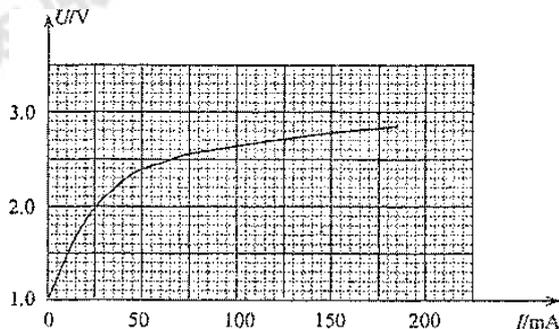
图 2

(2) 调节滑动变阻器的触头位置, 读出多组电表的数据如下表, 将表中数据连同(1)中数据描到图 3 中, 并作出电源的 $U-I$ 图线。

| | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|
| $I(mA)$ | 55 | 73 | 92 | 136 | 158 |
| $U(V)$ | 2.34 | 2.12 | 1.90 | 1.37 | 1.10 |

(3) 根据 $U-I$ 图线可知电源电动势 $E =$ _____ V; 内阻 $r =$ _____ Ω

(4) 已知某半导体发光器件的伏安特性曲线如图 3 中曲线所示, 将该发光器件按正确的方式串接到图 1 的电路中, 调节滑动变阻器, 则该器件的最小电功率为 _____ W; 最大电功率为 _____ W。

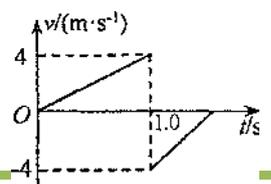


- (1) 115 (114~116) 1.62 (1.61~1.64)
- (2) 略
- (3) 3.0 (2.9~3.1) 12 (11~13) 图像与 U 轴的交点即为电源电动势, 图像的斜率即为内阻 r
- (4) 0.036 (0.030~0.042) 0.12 (0.11~0.13)

四、计算题: 本题包含 5 小题, 共 70 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。

15. 倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面底端安装有一个弹性挡板 P , 将一质量为 m 的小物块从斜面上 A 点处由静止释放, 物块滑到 P 处, 与 P 碰撞后沿斜面上滑的最高点为 B 。用传感器描绘出滑块的 $v-t$ 图象如图所示。不计空气阻力及物块与 P 碰撞的时间, 取 $g = 10m/s^2, \sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$, 求:

- (1) 物块与斜面间的动摩擦因数;
- (2) $A、B$ 间的距离。



解析：

(1) 由图可得下滑加速度： $a=4m/s^2$

则物体下滑过程： $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$

解得： $\mu=0.25$

(2) 由 v-t 图可得：

下滑过程： $x_{AP} = \frac{1}{2}vt = 2m$

上滑过程： $-mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma'$

$$v^2 = 2a'x_{BP}$$

解得： $x_{BP}=1m$

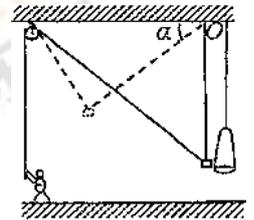
则 $x_{AB}=x_{AP}-x_{BP}=1m$

16. 在我国很多地方都建有钟楼，每逢重大节日都会进行撞钟仪式。如图所示，在大钟旁用钢丝吊着质量为 m 的撞锤(可视为质点)，其悬点 O 与撞锤重心的距离为 L ，撞锤静止时恰好与大钟相接触。光滑轻质定滑轮与 O 等高，跨过定滑轮的轻质细绳一端连在撞锤上，另一端自然下垂。某次撞钟时，抓住绳子的自由端往下拉至 $\alpha=37^\circ$ 时静止，此时连接撞锤的两根绳恰好成直角，然后突然松手，撞锤摆动后撞击大钟发出声音。(不计空气阻力，取 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$)

(1) 撞锤被拉起静止时，人对绳的拉力是多大？

(2) 撞锤撞击大钟前的瞬间，钢丝的弹力是多大？

(3) 若撞锤撞击大钟后速度变为 0，大钟对撞锤的冲量是多大？



解析：

(1) 撞锤被拉起静止时，设人对绳的拉力为 F_1 ，钢丝锤的拉力为 F_2

则由受力分析得： $F_1 \cos \alpha + F_2 \sin \alpha = mg$ ①

$$F_1 \sin \alpha = F_2 \cos \alpha$$
 ②

联立①②得： $F_1=0.8mg$

(2) 从静止释放到撞锤撞击大钟前的瞬间

$$mgL(1 - \sin \alpha) = \frac{1}{2}mv^2$$
 ③

撞锤撞击大钟前的瞬间，为圆周运动的最低点，则

$$F - mg = m\frac{v^2}{L}$$
 ④

联立③④得: $F=1.8mg$

(3) 规定向右为正, 则

对撞锤: $I=0-mv$ ⑤

联立③⑤得: $I=-m\sqrt{0.8gL}$

17. 如图所示, 在光滑水平面上有一质量为 m 、长度为 L 的木板 A , 木板的右端点放有一质量为 $3m$ 的物块 B (可视为质点), 木板左侧的水平面上有一物块 C 。当物块 C 以水平向右的初速度 v_0 与木板发生弹性碰撞后, 物块 B 恰好不会从 A 上掉下来, 且最终物块 C 与 A 的速度相同。不计 C 与 A 碰撞时间, 三物体始终在一直线上运动, 求:

(1) 物块 C 的质量 m_C ;

(2) 木板 A 与 B 间的动摩擦因数 μ 。



解析:

(1) 物块 C 与木板 A 发生碰撞的过程, 由动量守恒定律与能量守恒定律得:

$$m_C v_0 = m_C v_C + m v_A \quad ①$$

$$\frac{1}{2} m_C v_0^2 = \frac{1}{2} m_C v_C^2 + \frac{1}{2} m v_A^2 \quad ②$$

木板 A 和物块 B 相互作用过程, 由动量守恒定律得

$$m v_A = 4m v \quad ③$$

由最终物块 C 与 A 的速度相同可知 $v_C = v$ ④

联立①②③④得 $m_C = 2m$

(2) 木板 A 和物块 B 相互作用过程, 由能量守恒得

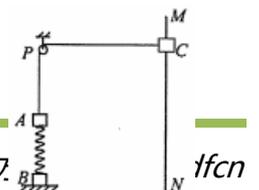
$$3\mu mgL = \frac{1}{2} m v_A^2 - \frac{1}{2} \cdot 4m v^2$$

$$\text{解得 } \mu = \frac{2v_0^2}{9gL}$$

18. 如图, 质量均为 $m=1.0 \text{ kg}$ 的物块 A 、 B 通过轻质弹簧相连, 竖放在水平地面上, 弹簧的劲度系数 $k=100 \text{ N/m}$ 。 A 、 B 的右侧竖立一固定光滑杆 MN , 物块 C 穿在竖直杆上。一条不可伸长的轻绳绕过位于 A 正上方的轻质定滑轮 P , 一端连接 A , 另一端连接 C 。开始时物块 C 与轻滑轮 P 等高且 PC 间距 $L=0.3 \text{ m}$, 绳处于伸直状态但无张力。现将 C 由静止释放, 已知它恰好能使 B 离开地面但不继续上升。(取 $g=10 \text{ m/s}^2$)

(1) 求 C 的质量 m_C 。

(2) 若将 C 换成质量为 1.0 kg 的 D , 仍从上述初始位置由静止释放, 则 B 离开地面时 D 的速度



解析:

(1) 开始对 A 受力分析得: $kx_1=mg$ (弹簧压缩) $x_1=0.1m$

最终恰好能使 B 离开地面但不继续上升, 说明 B 此时与地面间无弹力, 且整个系统处于静止状态

对 B 受力分析得: $kx_2=mg$ (弹簧伸长) $x_2=0.1m$

此时可判断出此时 PC 间绳子长度为 $L'=L+x_1+x_2=0.5m$

则 C 下降的高度为 $h=\sqrt{L'^2-L^2}=0.4m$

因为始末两个状态弹簧形变量一样, 因此弹性势能不变

由能量守恒得: $m_Cgh=mg(x_1+x_2)$

解得: $m_C=0.5kg$

(2) 将 C 换成 D 后, 由能量守恒得: $\frac{1}{2}m_Dv_D^2 + \frac{1}{2}mv_A^2 + mg(x_1+x_2) = m_Dgh$

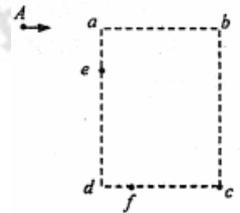
由几何关系可得: $\frac{v_A}{v_D} = \frac{h}{L'}$

解得: $v_D = \sqrt{\frac{100}{41}} m/s$

19. 如图, 位于竖直面的矩形区域 $abcd$ 内存在方向水平向右的匀强电场。从同一竖直面内与 ab 等高的 A 点, 将质量 $m=0.1kg$ 的带正电的小球以大小一定的初速度水平向右抛出, 小球在重力作用下从 e 点进入电场区域, 恰好在电场中做直线运动且从 c 点离开电场。若将电场方向反向(水平向左)重复上述过程, 则小球从 cd 边上的 f 点离开电场, 且离开电场时速度方向竖直向下。已知 $ab=0.3m, bc=0.4m$, 不计空气阻力, 重力加速度为 g 。求:

(1) a、e 两点的间距离 d 、f 两点的间距;

(2) 小球从 f 点和 c 点离开电场时的动能之比。



解析: (1) 设初速度为 v_0 , 到达 e 点时竖直方向速度为 v_y ,

小球从 e 到 f 水平方向速度减为 0, 速度变化量大小为 v_0

小球从 e 到 c 做匀加速直线运动, 水平方向速度变化量也为 v_0 , c 点水平速度为 $2v_0$. 竖直方向速度为 $2v_y$

容易知道从 a 到 e 和从 e 到 c 时间相等, 竖直方向位移之比为 1:3, 解得 $ae=0.1m$

由平均速度求位移公式得: $dc = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t_1 = \frac{3}{2}v_0t_1$, $df = \frac{1}{2}v_0t_1$. 可得 $dc: df=2:1$; 所以 $df=0.1m$

(2) 由 (1) 得 f 点速度沿竖直方向, $v_f=2v_y$

由几何关系得 $v_0=v_y$ 所以: e 点的速度 $v_e = \sqrt{(2v_0)^2 + (2v_y)^2} = 2\sqrt{2}v_y$

所以动能之比为 1:2