

一、选择题

1. 一平行电容器两极板之间充满云母介质, 接在恒压直流电源上, 若将云母介质移出, 则电容器()

- A. 极板上的电荷量变大, 极板间的电场强度变大
- B. 极板上的电荷量变小, 极板间的电场强度变大
- C. 极板上的电荷量变大, 极板间的电场强度不变
- D. 极板上的电荷量变小, 极板间的电场强度不变

解析: 电容器接在恒压直流电源上, 则电容器两端的电势差不变。

将云母介质移出后, 介电常数减小, 根据电容的决定式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 知, 介电常数减小, 电容减小。

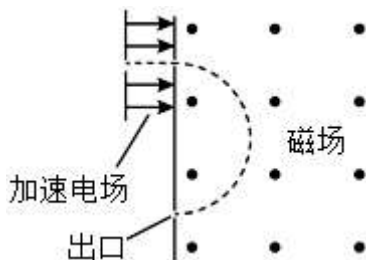
由于电压不变, 根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 电荷量 Q 减小。

由于电容器的电压不变, 板间的距离 d 不变, 根据 $E = \frac{U}{d}$ 可知, 极板间的电场强度不变。

所以 ABC 错误, D 正确。

答案: D

2. 现代质谱仪可用来分析比质子重很多的离子, 其示意图如图所示, 其中加速电压恒定。质子在入口处从静止开始被加速电场加速, 经匀强磁场偏转后从出口离开磁场。若某种一价正离子在入口处从静止开始被同一加速电场加速, 为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场, 需将磁感应强度增加到原来的 12 倍。此离子和质子的质量比约为()



- A. 11
- B. 12
- C. 121
- D. 144

解析: 根据动能定理得, $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 得 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

离子在磁场中做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力,

根据牛顿第二定律, 有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$

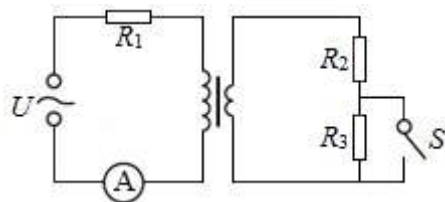
得 $R = \frac{mv}{qB}$

两式联立得：
$$m = \frac{qB^2 R^2}{2U}$$

一价正离子电荷量与质子电荷量相等，同一加速电场 U 相同，同一出口离开磁场则 R 相同，所以 $m \propto B^2$ ，磁感应强度增加到原来的 12 倍，离子质量是质子质量的 144 倍，D 正确，ABC 错误。

答案：D

3. 一含有理想变压器的电路如图所示，图中电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 的阻值分别为 3Ω 、 1Ω 、 4Ω ， \textcircled{A} 为理想交流电流表， U 为正弦交流电压源，输出电压的有效值恒定。当开关 S 断开时，电流表的示数为 I ；当 S 闭合时，电流表的示数为 $4I$ 。该变压器原、副线圈匝数比为（ ）



- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5

解析：设变压器原、副线圈匝数之比为 K ，则可知，开关断开时，副线圈电流为 kI ；

则根据理想变压器原理可知：
$$\frac{U - IR_1}{KI(R_2 + R_3)} = k$$

同理可知，
$$\frac{U - 4IR_1}{4KI R_2} = k$$

代入数据联立解得： $U = 48I$ ；

代入上式可得：

$k = 3$ ；故 B 正确，ABC 错误。

答案：B

4. 利用三颗位置适当的地球同步卫星，可使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯，目前地球同步卫星的轨道半径为地球半径的 6.6 倍，假设地球的自转周期变小，若仍仅用三颗同步卫星来实现上述目的，则地球自转周期的最小值约为（ ）

- A. 1h
- B. 4h
- C. 8h
- D. 16h

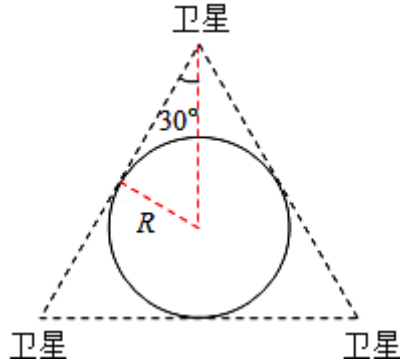
解析：设地球的半径为 R ，则地球同步卫星的轨道半径为 $r = 6.6R$

已知地球的自转周期 $T = 24h$ ，

地球同步卫星的转动周期与地球的自转周期一致，若地球的自转周期变小，则同步卫星的转动周期变小。

由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ 公式可知，做圆周运动的半径越小，则运动周期越小。

由于需要三颗卫星使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯，所以由几何关系可知三颗同步卫星的连线构成等边三角形并且三边与地球相切，如图。



由几何关系可知地球同步卫星的轨道半径为 $r' = 2R$ 。

由开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 得：
$$T' = T \sqrt{\frac{r'^3}{r^3}} = 24 \sqrt{\frac{(2R)^3}{(6.6R)^3}} \approx 4h$$

故 B 正确，ACD 错误。

答案：B

5. 一质点做匀速直线运动，现对其施加一恒力，且原来作用在质点上的力不发生改变，则 ()

- A. 质点速度的方向总是与该恒力的方向相同
- B. 质点速度的方向不可能总是与该恒力的方向垂直
- C. 质点加速度的方向总是与该恒力的方向相同
- D. 质点单位时间内速率的变化量总是不变

解析：A. 质点开始做匀速直线运动，现对其施加一恒力，其合力不为零，如果所加恒力与原来的运动方向在一条直线上，质点做匀加速或匀减速直线运动，质点速度的方向与该恒力的方向相同或相反；如果所加恒力与原来的运动方向不在一条直线上，物体做曲线运动，速度方向沿切线方向，力和运动方向之间有夹角，故 A 错误；

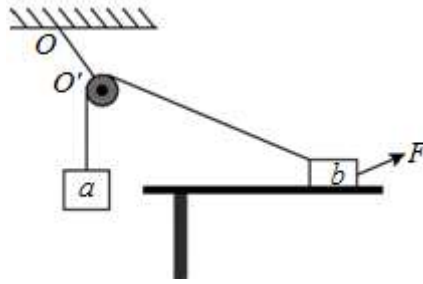
B. 由 A 分析可知，质点速度的方向不可能总是与该恒力的方向垂直，故 B 正确；

C. 如果质点开始在水平面上做匀速直线运动，现对其施加一竖直向下的恒力，则正压力增大，摩擦力增大，物体做匀减速运动，加速度在水平方向，那么加速度与所加的恒力方向不同，故 C 错误；

D. 因为合外力恒定，加速度恒定，由 $\Delta v = a\Delta t$ 可知，质点单位时间内速度的变化量总是不变，但是，如果质点做匀变速曲线运动，则单位时间内速率的变化量是变化的，故 D 错误。

答案：B

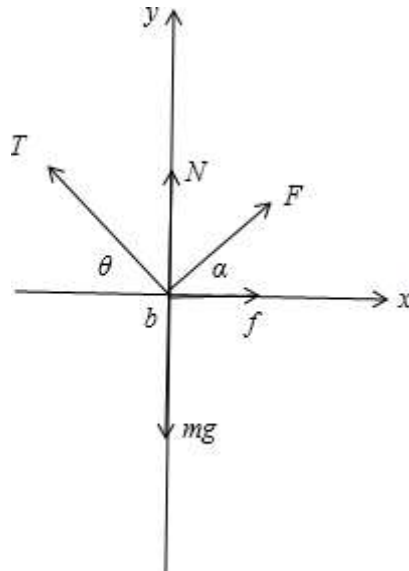
6. 如图，一光滑的轻滑轮用细绳 OO' 悬挂于 O 点；另一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块 a，另一端系一位于水平粗糙桌面上的物块 B。外力 F 向右上方拉 b，整个系统处于静止状态。若 F 方向不变，大小在一定范围内变化，物块 b 仍始终保持静止，则 ()



- A. 绳 OO' 的张力也在一定范围内变化
- B. 物块 b 所受到的支持力也在一定范围内变化
- C. 连接 a 和 b 的绳的张力也在一定范围内变化
- D. 物块 b 与桌面间的摩擦力也在一定范围内变化

解析：AC、由于整个系统处于静止状态，所以滑轮两侧连接 a 和 b 的绳子的夹角不变；物块 a 只受重力以及绳子的拉力，由于物体 a 平衡，则连接 a 和 b 的绳子张力 T 保持不变；由于绳子的张力及夹角均不变，所以 OO' 中的张力保持不变，故 AC 均错误；

BD、 b 处于静止即平衡状态，对 b 受力分析有：



力 T 与力 F 与 x 轴所成夹角均保持不变，由平衡条件可得：

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

$$F \cos \alpha + f - T \cos \theta = 0$$

$$\text{由此可得：} N = mg - F \sin \alpha - T \sin \theta$$

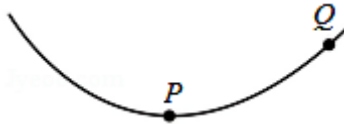
由于 T 的大小不变，可见当 F 大小发生变化时，支持力的大小也在一定范围内变化，故 B 正确

$$f = T \cos \theta - F \cos \alpha$$

由于 T 的大小不变，当 F 大小发生变化时， b 静止可得摩擦力的大小也在一定范围内发生变化，故 D 正确。

答案：BD

7. 如图，一带负电荷的油滴在匀强电场中运动，其轨迹在竖直平面(纸面)内，且相对于过轨迹最低点 P 的竖直线对称。忽略空气阻力。由此可知()



- A. Q 点的电势比 P 点高
- B. 油滴在 Q 点的动能比它在 P 点的大
- C. 油滴在 Q 点的电势能比它在 P 点的大
- D. 油滴在 Q 点的加速度大小比它在 P 点的小

解析：A、根据粒子的弯折方向可知，粒子受合力一定指向上方；同时因轨迹关于 P 点对称，则可说明电场力应竖直向上；粒子带负电，故说明电场方向竖直向下；则可判断 Q 点的电势比 P 点高；故 A 正确；

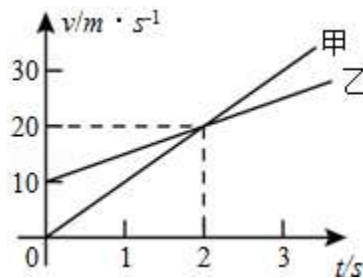
B、粒子由 P 到 Q 过程，合外力做正功，故油滴在 Q 点的动能比它在 P 点的大；故 B 正确；

C、因电场力做正功，故电势能减小，Q 点的电势能比它在 P 点的小；故 C 错误；

D、因受力为恒力；故 PQ 两点加速度大小相同；故 D 错误。

答案：AB

8. 甲、乙两车在平直公路上同向行驶，其 $v-t$ 图象如图所示。已知两车在 $t=3s$ 时并排行驶，则（ ）



- A. 在 $t=1s$ 时，甲车在乙车后
- B. 在 $t=0$ 时，甲车在乙车前 $7.5m$
- C. 两车另一次并排行驶的时刻是 $t=2s$
- D. 甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 $40m$

解析：A. 由图象可知，1 到 3s 甲乙两车的位移相等，两车在 $t=3s$ 时并排行驶，所以两车在 $t=1s$ 时也并排行驶，故 A 错误；

B. 由图象可知， $a_{甲} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{2} = 10m/s^2$ ； $a_{乙} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20-10}{2} = 5m/s^2$ ；0 至 1s， $x_{甲} = \frac{1}{2}a_{甲}t^2 = \frac{1}{2}$

$\times 10 \times 1^2 = 5m$ ， $x_{乙} = v_0t + \frac{1}{2}a_{乙}t^2 = 10 \times 1 + \frac{1}{2} \times 5 \times 1^2 = 12.5m$ ， $\Delta x = x_{乙} - x_{甲} = 12.5 - 5 = 7.5m$ ，即在

$t=0$ 时，甲车在乙车前 $7.5m$ ，故 B 正确；

C. 由 AB 分析可知，甲乙两车相遇时间分别在 1s 和 3s，故 C 错误；

D. 1s 末甲车的速度为： $v = a_{甲}t = 10 \times 1 = 10m/s$ ，1 到 3s，甲车的位移为： $x = vt + \frac{1}{2}a_{甲}t^2 = 10 \times 2 +$

$\frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 40m$ ，即甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 $40m$ ，故 D 正

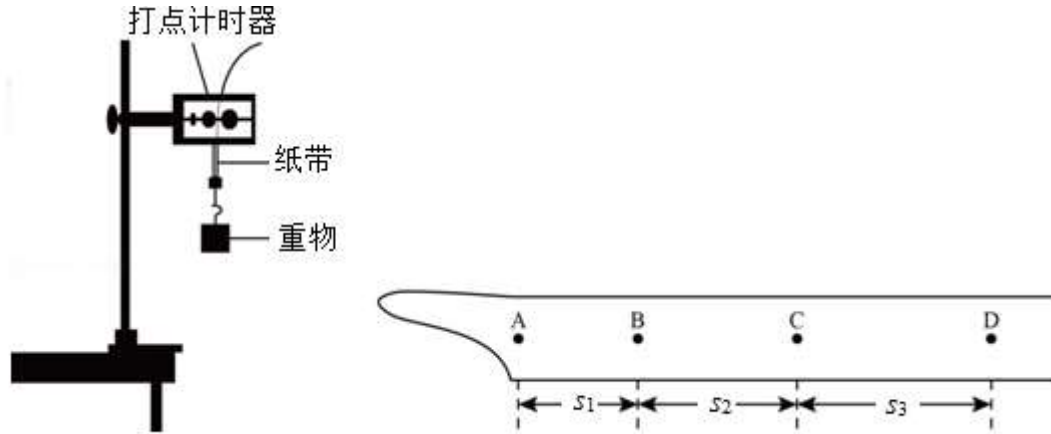
确。

答案：BD

二、非选择题

(一)必考题

9. 某同学用图所示的实验装置验证机械能守恒定律，其中打点计时器的电源为交流电源，可以使用的频率有 220Hz、30Hz 和 40Hz，打出纸带的一部分如图所示。



该同学在实验中没有记录交流电的频率 f ，需要用实验数据和其他条件进行推算。

(1) 若从打出的纸带可判定重物匀加速下落，利用 f 和图中给出的物理量可以写出：在打点计时器打出 B 点时，重物下落的速度大小为_____，打出 C 点时重物下落的速度大小为_____，重物下落的加速度的大小为_____。

解析：根据某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度可得： $v_B = \frac{s_1 + s_2}{2T}$

$\frac{(s_1 + s_2) f}{2}$ ； $v_C = \frac{s_2 + s_3}{2T} = \frac{(s_2 + s_3) f}{2}$ ；由速度公式 $v_C = v_B + aT$ 可得： $a =$

$\frac{(s_3 - s_1) f^2}{2}$ 。

答案： $\frac{(s_1 + s_2) f}{2}$ $\frac{(s_2 + s_3) f}{2}$ $\frac{(s_3 - s_1) f^2}{2}$

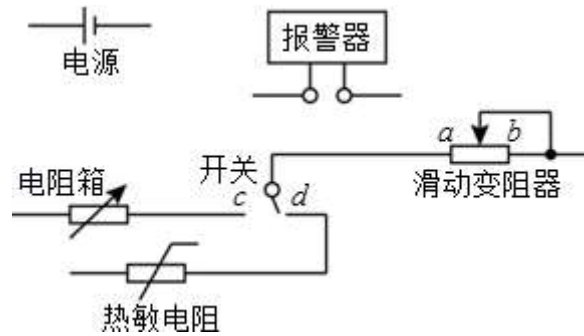
(2) 已测得 $s_1 = 8.89\text{cm}$ ， $s_2 = 9.5\text{cm}$ ， $s_3 = 10.10\text{cm}$ ；当重力加速度大小为 9.80m/s^2 ，试验中重物受到的平均阻力大小约为其重力的 1%。由此推算出 f 为_____。

解析：由牛顿第二定律可得： $mg - 0.01mg = ma$ ，所以 $a = 0.99g$ ，结合 (1) 解出的加速度表达式，代入数据可得： $f = 40\text{Hz}$ 。

答案：40

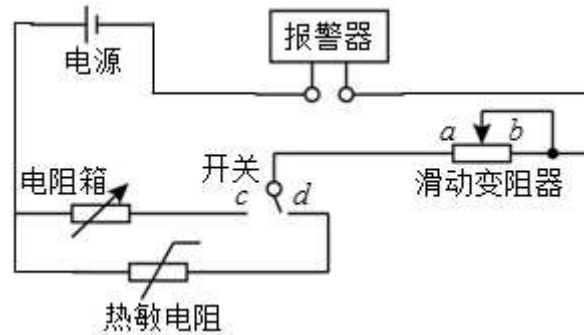
10. 现要组装一个由热敏电阻控制的报警系统，当要求热敏电阻的温度达到或超过 60°C 时，系统报警。提供的器材有：热敏电阻，报警器(内阻很小，流过的电流超过 I_c 时就会报警)，电阻箱(最大阻值为 999.9Ω)，直流电源(输出电压为 U ，内阻不计)，滑动变阻器 R_1 (最大阻值为 1000Ω)，滑动变阻器 R_2 (最大阻值为 2000Ω)，单刀双掷开关一个，导线若干。

在室温下对系统进行调节，已知 U 约为 $18V$ ， I_c 约为 $10mA$ ；流过报警器的电流超过 $20mA$ 时，报警器可能损坏；该热敏电阻的阻值随温度的升高而减小，在 $60^{\circ}C$ 时阻值为 650.0Ω 。

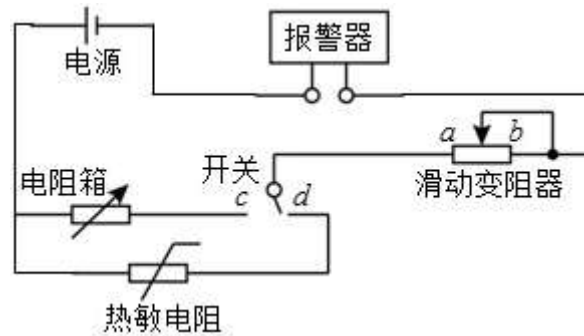


(1) 在答题卡上完成待调节的报警系统原理电路图的连线。

解析：根据题意可知，本实验要求能用电阻箱进行校准，故电阻箱应与热敏电阻并联，利用单刀双掷开关进行控制；它们再与报警器和滑动变阻器串联即可起到报警作用；故连线如图所示，



答案：如图所示：



(2) 在电路中应选用滑动变阻器_____ (填 R_1 或 R_2)。

解析：电压为 $18V$ ，而报警时的电流为 $10mA$ ；此时电阻约为： $R = \frac{18}{10 \times 10^{-3}} = 1800\Omega$ ；而热敏电阻的阻值约为 650Ω ；故滑动变阻器接入电阻约为 1350Ω ；故应选择 R_2 。

答案： R_2

(3) 按照下列步骤调节此报警系统：

电路接通前，需将电阻箱调到一定的阻值，根据实验要求，这一阻值为_____Ω；滑动变阻器的滑片应置于_____（填 a 或 b）端附近，不能置于另一端的原因是_____。

将开关向_____（填 c 或 d）端闭合，缓慢移动滑动变阻器的滑片，直至_____。

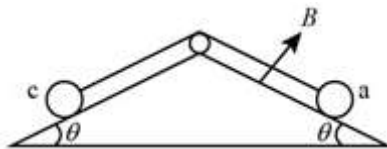
解析：因要求热敏电阻达到 60° 时报警；此时电阻为 650 Ω；故应将电阻箱调节至 650 Ω；然后由最大调节滑动变阻器，直至报警器报警；故开始时滑片应在 b 端；目的是让电流由小到大调节，保证报警器的安全使用；

将开关接到 C 端与电阻箱连接，调节滑动变阻器直至报警器开始报警即可；然后再接入热敏电阻，电路即可正常工作。

答案：650.0 b 保证报警器的安全使用 c 报警器开始报警

(4) 保持滑动变阻器滑片的位置不变，将开关向另一端闭合，报警系统即可正常使用。

11. 如图，两固定的绝缘斜面倾角均为 θ ，上沿相连。两细金属棒 ab（仅标出 a 端）和 cd（仅标出 c 端）长度均为 L，质量分别为 $2m$ 和 m ；用两根不可伸长的柔软导线将它们连成闭合回路 abdca，并通过固定在斜面上沿的两光滑绝缘小定滑轮跨放在斜面上，使两金属棒水平。右斜面上存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于斜面向上，已知两根导线刚好不在磁场中，回路电阻为 R，两金属棒与斜面间的动摩擦因数均为 μ ，重力加速度大小为 g，已知金属棒 ab 匀速下滑。求：



(1) 作用在金属棒 ab 上的安培力的大小。

解析：设导线的张力的大小为 T，右斜面对 ab 棒的支持力的大小为 N_1 ，作用在 ab 棒上的安培力的大小为 F，左斜面对 cd 的支持力大小为 N_2 。对于 ab 棒，由力的平衡条件得

$$2mg\sin\theta = \mu N_1 + T + F$$

$$N_1 = 2mg\cos\theta$$

对于 cd 棒，同理有

$$mg\sin\theta + \mu N_2 = T$$

$$N_2 = mg\cos\theta$$

联立上式得

$$F = mg(\sin\theta - 3\mu\cos\theta)$$

答案：作用在金属棒 ab 上的安培力的大小 $mg(\sin\theta - 3\mu\cos\theta)$

(2) 金属棒运动速度的大小。

解析：由安培力公式得

$$F = BIL$$

这里 I 是 abcd 中的感应电流。ab 棒上的感应电动势为

$$\varepsilon = BLv$$

式中， v 是 ab 棒下滑速度的大小，由欧姆定律得

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

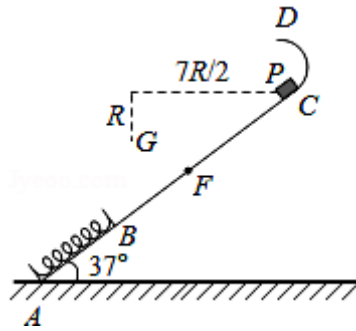
联立上式得

$$v = (\sin\theta - 3\mu\cos\theta) \frac{mgR}{B^2L^2}$$

$$(\sin\theta - 3\mu\cos\theta) \frac{mgR}{B^2L^2}$$

答案：金属棒运动速度的大小

12. 如图，一轻弹簧原长为 $2R$ ，其一端固定在倾角为 37° 的固定直轨道 AC 的底端 A 处，另一端位于直轨道上 B 处，弹簧处于自然状态，直轨道与一半径为 $\frac{5}{6}R$ 的光滑圆弧轨道相切于 C 点， $AC=7R$ ， A 、 B 、 C 、 D 均在同一竖直面内。质量为 m 的小物块 P 自 C 点由静止开始下滑，最低到达 E 点（未画出），随后 P 沿轨道被弹回，最高点到达 F 点， $AF=4R$ ，已知 P 与直轨道间的动摩擦因数 $\mu = \frac{1}{4}$ ，重力加速度大小为 g 。（取 $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ ， $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$ ）



(1) 求 P 第一次运动到 B 点时速度的大小。

解析： C 到 B 的过程中重力和斜面的阻力做功，所以：

$$mg \cdot \overline{BC} \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \overline{BC} = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

其中： $\overline{BC} = \overline{AC} - 2R$

代入数据得： $v_B = 2\sqrt{gR}$ 。

答案： P 第一次运动到 B 点时速度的大小是 $2\sqrt{gR}$

(2) 求 P 运动到 E 点时弹簧的弹性势能。

解析：物块返回 B 点后向上运动的过程中：

$$-mg \cdot \overline{BF} \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \overline{BF} = 0 - \frac{1}{2}mv_B'^2$$

其中： $\overline{BF} = \overline{AF} - 2R$

联立得： $v_B' = \sqrt{\frac{16gR}{5}}$

物块 P 向下到达最低点又返回的过程中只有摩擦力做功，设最大压缩量为 x ，则：

$$-\mu mg \cos 37^\circ \cdot 2x = \frac{1}{2} m v_B'^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

整理得： $x=R$

物块向下压缩弹簧的过程设克服弹力做功为 W ，则：

$$mgx \cdot \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot x - W = 0 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

又由于弹簧增加的弹性势能等于物块克服弹力做的功，即： $E_p=W$

所以： $E_p=2.4mgR$ 。

答案：P 运动到 E 点时弹簧的弹性势能是 $2.4mgR$

(3) 改变物块 P 的质量，将 P 推至 E 点，从静止开始释放。已知 P 自圆弧轨道的最高点 D 处水平飞出后，恰好通过 G 点。G 点在 C 点左下方，与 C 点水平相距 $\frac{7}{2}R$ 、竖直相距 R ，求 P 运动到 D 点时速度的大小和改变后 P 的质量。

解析：由几何关系可知图中 D 点相当于 C 点的高度： $h=r+r \cos 37^\circ = 1.8r = 1.8 \times \frac{5}{6}R = 1.5R$

所以 D 点相当于 G 点的高度： $H=1.5R+R=2.5R$

小球做平抛运动的时间： $t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{5R}{g}}$

G 点到 D 点的水平距离： $L = \frac{7}{2}R - r \sin 37^\circ = \frac{7}{2}R - \frac{5}{6}R \times \frac{3}{5} = 3R$

由： $L = v_D t$

联立得： $v_D = \frac{3}{5} \sqrt{5gR}$

E 到 D 的过程中重力、弹簧的弹力、斜面的阻力做功，由功能关系得：

$$E_p - m' g (\overline{EC} \sin 37^\circ + h) - \mu m' g \cos 37^\circ \cdot \overline{EC} = \frac{1}{2} m' v_D^2 - 0$$

联立得： $m' = \frac{1}{3}m$

答案：改变物块 P 的质量，将 P 推至 E 点，从静止开始释放。已知 P 自圆弧轨道的最高点 D 处水平飞出后，恰好通过 G 点。G 点在 C 点左下方，与 C 点水平相距 $\frac{7}{2}R$ 、竖直相距 R ，求 P 运动到 D 点时速度的大小是 $\frac{3}{5} \sqrt{5gR}$ ，改变后 P 的质量是 $\frac{1}{3}m$ 。

(二) 选考题

13. 关于热力学定律，下列说法正确的是()

- A. 气体吸热后温度一定升高
- B. 对气体做功可以改变其内能
- C. 理想气体等压膨胀过程一定放热
- D. 热量不可能自发地从低温物体传到高温物体

E. 如果两个系统分别与状态确定的第三个系统达到热平衡,那么这两个系统彼此之间也必定达到热平衡

解析: A、物体吸收热量,同时对外做功,如二者相等,则内能可能不变,所以气体吸热后温度不一定升高,故 A 错误;

B、做功和热传递都能改变内能;所以对气体做功可以改变其内能。故 B 正确;

C、根据理想气体的状态方程可知,理想气体等压膨胀过程中压强不变,体积增大则气体的温度一定升高,所以气体的内能增大;气体的体积增大对外做功而内能增大,所以气体一定吸热,故 C 错误;

D、根据热力学第二定律热量不可能自发地从低温物体传到高温物体。故 D 正确;

E、根据热平衡定律可知,如果两个系统分别与状态确定的第三个系统达到热平衡,那么这两个系统彼此之间也必定达到热平衡。故 E 正确。

答案: BDE

14. 在水下气泡内空气的压强大于气泡表面外侧水的压强,两压强差 Δp 与气泡半径 r 之间

的关系为 $\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$,其中 $\sigma = 0.070\text{N/m}$ 。现让水下 10m 处一半径为 0.50cm 的气泡缓慢上升,已知大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$,水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$,重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求在水下 10m 处气泡内外的压强差。

解析: 当气泡在水下 $h = 10\text{m}$ 处时,设其半径为 r_1 ,气泡内外压强差为 Δp_1 ,则

$$\Delta p_1 = \frac{2\sigma}{r_1}$$

代入题给数据得 $\Delta p_1 = 28\text{Pa}$ 。

答案: 在水下 10m 处气泡内外的压强差 28Pa

(2) 忽略水温随水深的变化,在气泡上升到十分接近水面时,求气泡的半径与其原来半径之比的近似值。

解析: 设气泡在水下 10m 处时,气泡内空气的压强为 p_1 ,气泡体积为 V_1 ;气泡到达水面

附近时,气泡内空气的压强为 p_2 ,内外压强差为 Δp_2 ,其体积为 V_2 ,半径为 r_2 。

气泡上升过程中温度不变,根据玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

由力学平衡条件有

$$p_1 = p_0 + \rho gh + \Delta p_1$$

$$p_2 = p_0 + \Delta p_2$$

气泡体积 V_1 和 V_2 分别为

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

$$V_2 = \frac{4}{3} \pi r_2^3$$

联立上式得

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \frac{p_0 + \Delta p_2}{\rho gh + p_0 + \Delta p_1}$$

由 $\Delta p_i \ll p_0$, $i=1, 2$, 故可略去式中的 Δp_i 项, 代入题给数据得

$$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt[3]{2} \approx 1.3$$

答案: 忽略水温随水深的变化, 在气泡上升到十分接近水面时, 气泡的半径与其原来半径之比的近似值 1.3。

15. 某同学漂浮在海面上, 虽然水面波正平稳地以 1.8m/s 的速率向着海滩传播, 但他并不向海滩靠近。该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15s。下列说法正确的是()

- A. 水面波是一种机械波
- B. 该水面波的频率为 6Hz
- C. 该水面波的波长为 3m
- D. 水面波没有将该同学推向岸边, 是因为波传播时能量不会传递出去
- E. 水面波没有将该同学推向岸边, 是因为波传播时振动的质点并不随波迁移

解析: A、水面波是有机械振动一起的, 在介质(水)中传播的一种波, 是一种机械波, 选项 A 正确。

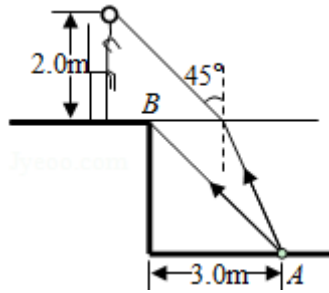
B、由第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15s, 可得知振动的周期 T 为: $T = \frac{t}{n} = \frac{15}{10-1} = \frac{5}{3}$ s, 频率为: $f = \frac{1}{T} = 0.6$ Hz, 选项 B 错误。

C、由公式 $\lambda = vT$, 有 $\lambda = 1.8 \times \frac{5}{3} = 3$ m, 选项 C 正确。

DE、参与振动的质点只是在自己的平衡位置附近做往复运动, 并不会随波逐流, 但振动的能量和振动形式却会不断的向外传播, 所以选项 D 错误, E 正确。

答案: ACE

16. 如图, 在注满水的游泳池的池底有一点光源 A, 它到池边的水平距离为 3.0m。从点光源 A 射向池边的光线 AB 与竖直方向的夹角恰好等于全反射的临界角, 水的折射率为 $\frac{4}{3}$ 。



(1) 求池内的水深。

解析：光由 A 射向 B 点发生全反射，光路如图所示。

图中入射角 θ 等于临界角 C，则有

$$\sin \theta = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$$

由题， $\overline{AO}=3\text{m}$ ，由几何关系可得：

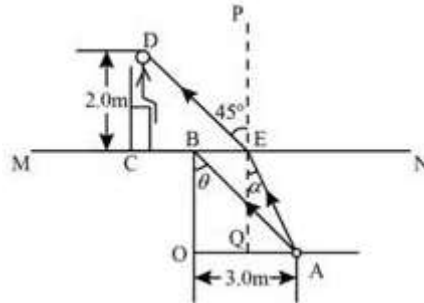
$$\overline{AB}=4\text{m}$$

$$\text{所以 } \overline{BO} = \sqrt{\overline{AB}^2 - \overline{AO}^2} = \sqrt{7}\text{m}.$$

答案：池内的水深 $\sqrt{7}\text{m}$ 。

(2) 一救生员坐在离池边不远处的高凳上，他的眼睛到地面的高度为 2.0m。当他看到正前下方的点光源 A 时，他的眼睛所接受的光线与竖直方向的夹角恰好为 45° 。求救生员的眼睛到池边的水平距离(结果保留 1 位有效数字)。

解析：光由 A 点射入救生员眼中的光路图如图所示。



在 E 点，由折射率公式得 $\frac{\sin 45^\circ}{\sin \alpha} = n$

$$\text{得 } \sin \alpha = \frac{3\sqrt{2}}{8}, \quad \tan \alpha = \frac{3}{\sqrt{23}} = \frac{3\sqrt{23}}{23}$$

$$\text{设 } \overline{BE}=x, \text{ 则得 } \tan \alpha = \frac{\overline{AQ}}{\overline{QE}} = \frac{3-x}{\sqrt{7}}$$

$$\text{代入数据解得 } x = \left(3 - \frac{3\sqrt{161}}{23}\right)\text{m}$$

由几何关系可得，救生员到池边水平距离为 $(2-x)\text{m} \approx 0.7\text{m}$ 。

答案：救生员的眼睛到池边的水平距离约 0.7m。

17. 现用一光电管进行光电效应的实验，当用某一频率的光入射时，有光电流产生。下列说法正确的是()

- A. 保持入射光的频率不变，入射光的光强变大，饱和光电流变大
- B. 入射光的频率变高，饱和光电流变大
- C. 入射光的频率变高，光电子的最大初动能变大
- D. 保持入射光的光强不变，不断减小入射光的频率，始终有光电流产生
- E. 遏止电压的大小与入射光的频率有关，与入射光的光强无关

解析：A、保持入射光的频率不变，入射光的光强变大，饱和光电流变大，因为饱和光电流与入射光的强度成正比，故 A 正确；

B、饱和光电流与入射光的频率无关，故 B 错误；

C、根据光电效应的规律，光电子的最大初动能随入射光频率的增大而增大，所以入射光的频率变高，光电子的最大初动能变大，故 C 正确；

D、如果入射光的频率小于极限频率将不会发生光电效应，不会有光电流产生，故 C 错误；

E、根据 $E_k = h\nu - W = eU_C$ ，得遏止电压 U_C 及最大初动能 E_k 与入射光的频率有关，与入射光的强度无关，故 E 正确。

答案：ACE

18. 某游乐园入口旁有一喷泉，喷出的水柱将一质量为 M 的卡通玩具稳定地悬停在空中。为计算方便起见，假设水柱从横截面积为 S 的喷口持续以速度 v_0 竖直向上喷出；玩具底部为平板(面积略大于 S)；水柱冲击到玩具底板后，在竖直方向水的速度变为零，在水平方向朝四周均匀散开。忽略空气阻力。已知水的密度为 ρ ，重力加速度大小为 g 。求：

(1) 喷泉单位时间内喷出的水的质量。

解析：喷泉单位时间内喷出的水的质量 $m = \rho V = \rho S v_0 t$ 。

答案：喷泉单位时间内喷出的水的质量为 $\rho S v_0$ 。

(2) 玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度。

解析：设水到达卡通玩具处的速度为 v ，玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度为 h ，

根据运动学基本公式得： $v^2 - v_0^2 = -2gh$ ，

水柱冲击到玩具底板后，在竖直方向水的速度变为零，以向上为正，根据动量定理得：

$$-Mgt = \rho S v_0 t (0 - v)$$

$$\text{联立解得：} h = \frac{\rho^2 S^2 v_0^4 - M^2 g^2}{2 \rho^2 S^2 v_0^2 g}。$$

$$\frac{\rho^2 S^2 v_0^4 - M^2 g^2}{2 \rho^2 S^2 v_0^2 g}。$$

答案：玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度为