武汉外国语学校 2024-2025 学年度上学期 10 月阶段性诊断考试

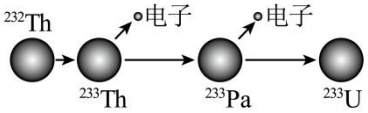
高三物理试卷

命题教师：　　审题教师：

考试时间：2024 年 10 月 10 日　　考试时长：75 分钟　　试卷满分：100 分

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，第 8~10 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

1. 目前，中国已建成 2 MW 液态燃料钍基熔盐实验堆。该反应堆采用熔盐状态的钍-232 作为增殖燃料，在热中子堆中把钍 232 转化为另外一种核燃料铀 233，然后把铀 233 分离出来返回堆中循环使用。反应堆工作原理如图所示，钍 232（$^{232}_{90}\mathrm{Th}$）吸收一个中子后会变成钍 233，钍 233 不稳定，会经历 β 衰变成为镤 233（$^{233}_{91}\mathrm{Pa}$），$^{233}_{91}\mathrm{Pa}$ 将再次经历 β 衰变成为铀 233（$^{233}_{92}\mathrm{U}$），成为新的增殖铀燃料。下列说法正确的是



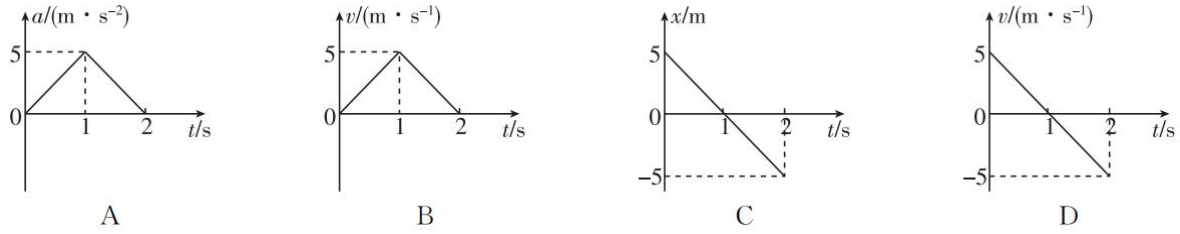
A．$^{233}_{92}\mathrm{U}$ 比 $^{233}_{90}\mathrm{Th}$ 多 2 个中子

B．钍 233 的比结合能大于铀 233 的比结合能

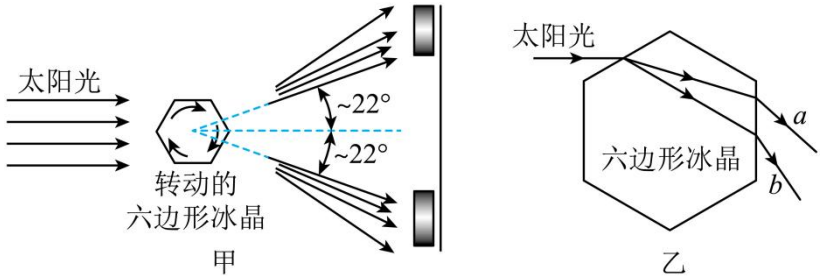
C．$^{233}_{91}\mathrm{Pa}$ 变成 $^{233}_{92}\mathrm{U}$ 的核反应方程式为 $^{233}_{91}\mathrm{Pa}\rightarrow{}^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

D．铀 233 的裂变方程可能为 $^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}n$

2．一质点沿直线运动，下列所给的质点运动图像中，能反映运动质点回到初始位置的是



3．图甲为太阳光穿过转动的六边形冰晶形成“幻日”的示意图，图乙为太阳光穿过六边形冰晶的过程，a、b 是其中两种单色光的光路。下列说法正确的是（　　）



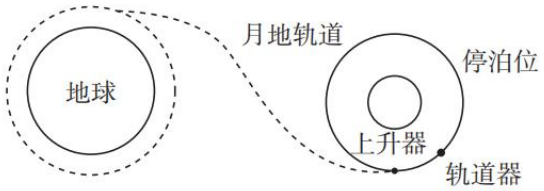
A．从冰晶射入空气中发生全反射时，a 光比 b 光的临界角大

B．用同一装置做双缝干涉实验，a 光比 b 光的干涉条纹窄

C．可能 a 光为紫色，b 光为红色

D．照射在同一金属板上发生光电效应时，a 光比 b 光产生的光电子的最大初动能大

4．2024 年 6 月 4 日 7 时 38 分，嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞，起飞后经过大约 6 分钟的飞行，来到近月点约 15 公里、远月点约 180 公里的上升目标轨道。此后，再经过几次轨道机动，进入高度约 210 公里的环月圆轨道。在这里，“轨返组合体”（轨道器）正在环月停泊轨道的停泊位等待着上升器，完成交会对接。将样本转移至轨道器后，上升器圆满完成使命与轨道器分离，在控制下撞击月球，轨道器则携带样品返回地球。已知月球半径约为地球半径的$\frac{1}{4}$，月球质量约为地球质量的$\frac{1}{81}$，地球的第一宇宙速度为 7.9km/s，则



A．上升器的发射速度至少要达到 1.76km/s

B．已在停泊轨道运行的轨道器从停泊位（如图）向后喷气加速，可实现与处在同一轨道上的上升器的对接

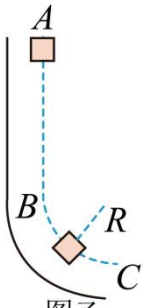
C．载有月壤样本的轨道器在变轨进入月地转移轨道时需要反向点火减速

D．轨道器通过月地轨道返回地球时，速度会超过第二宇宙速度

5. 如图甲为生产流水线上的水平皮带转弯机，由一段直线皮带和一段圆弧皮带平滑连接而成，其俯视图如图乙所示，虚线 ABC 是皮带的中线，AB 段（直线）长度 $L=3.2\text{m}$，BC 段（圆弧）半径 $R=2\text{m}$，中线上各处的速度大小均为 $v=1m/s$。某次转弯机传送一个质量 $m=1\text{kg}$ 的小物件时，将小物件轻放在直线皮带的起点 A 处，被传送至 B 处，滑上圆弧皮带上时速度大小不变，已知小物件与两皮带间的动摩擦因数均为 $\mu=0.2$，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2。



图甲



图乙

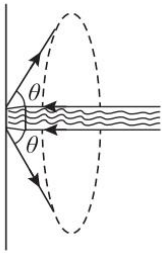
A．小物块刚放上传送带时，会受到传送带向前的静摩擦力

B．小物块在到达 B 点前，在传送带上留下的划痕长度为 0.25m

C．小物件在到达 B 点时尚未达到匀速

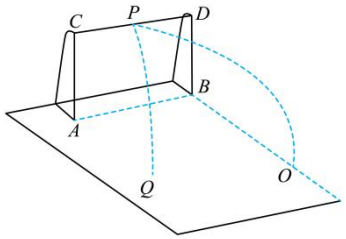
D．小物块在通过圆弧皮带时，会发生“打滑”现象

6．如图所示，水枪以 $v_0=30m/s$ 的速率对着墙壁，垂直的喷出截面积 $S=3.0\times10^{-4}m^2$ 的水柱。水柱与墙冲击后，向四周均匀飞溅形成一个半顶角 $\theta=60^0$ 的圆锥面。已知飞溅的速率 v=4.0m/s，水的密度为 $\rho=1.0\times10^3kg/m^3$，则水柱对墙壁的冲击力为



A. 252N　　B. 288N　　C. 306N　　D. 270N

7．如图所示，一球门高 1.8m，宽 3m。在某次比赛中，一同学在球门前 2.0m 处的O点将球射向球门，球在运动的最高点恰好击中球门横梁中点 P。球经过横梁反弹后，垂直 CD 的速度分量大小变为原来的$\frac{3}{4}$，平行 CD 的速度分量不变，落在 Q 点。已知 BO 垂直 AB，球的质量为 0.4kg，重力加速度 g 取$10\mathrm{m/s^2}$，则下列说法正确的是（　）



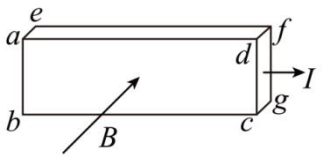
A．球的初速度大小为$\frac{25}{6}\mathrm{m/s}$

B．落地时的速度大小为$2.5\mathrm{m/s}$

C．落地点Q与O的距离为$\frac{\sqrt{37}}{2}\mathrm{m}$

D．横梁对足球的冲量大小为$2\mathrm{N\cdot s}$

8．目前，霍尔效应已被广泛应用于半导体材料的测试和研究中。例如应用霍尔效应测试半导体是电子型（电子移动）还是空穴型（正电荷移动），研究半导体内载流子浓度（即单位体积内电荷数）的变化等。如图所示，在以下半导体霍尔元件中通以向右的电流，则下列说法正确的是



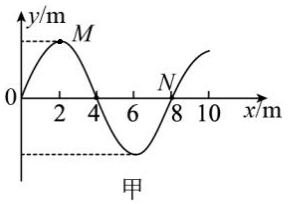
A．若上表面电势较高，则该元件为电子型

B．若上表面电势较高，则该元件为空穴型

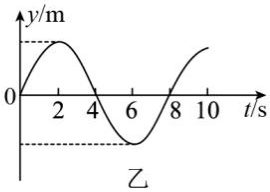
C．电流强度一定时，元件内载流子浓度越高，上下表面的电势差越大

D．电流强度一定时，元件内载流子浓度越低，上下表面的电势差越大

9．如图甲所示为一列沿 x 轴传播的简谐横波在 t=4S 时的波形图，M、N 是简谐波中的两个质点，横坐标分别为 x=2m 和 x=8m，如图乙所示为质点 N 的振动图像



甲



乙

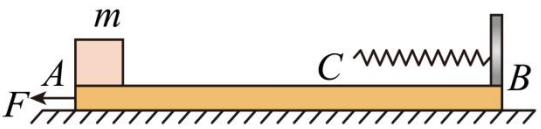
A．该列简谐波沿 x 轴正方向传播

B．该列简谐波传播速度大小为 0.5m/s

C．从图甲时刻开始，再经过（4n+3）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相反

D．从图甲时刻开始，再经过（4n+3）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相同

10．如图所示，质量为 M=2kg 的木板 AB 静止放在光滑水平面上，木板右端 B 点处固定一根轻质弹簧，弹簧处于原长状态时左端在 C 点，可视为质点的小木块质量也为 M=2kg，静止放置在木板的左端；现对木板 AB 施加水平向左的恒力 F=20N，0.5s 时撤去恒力 F，此时木块恰好到达弹簧自由端 C 处，此后的运动中没有超过弹簧的弹性限度。已知木板 C 点左侧部分与木块间的动摩擦因数为 μ=0.2，C 点右侧部分光滑；取 g=10m/s^2。下列说法正确的是（　　）



A．恒力 F 对木板 AB 做功为 20J

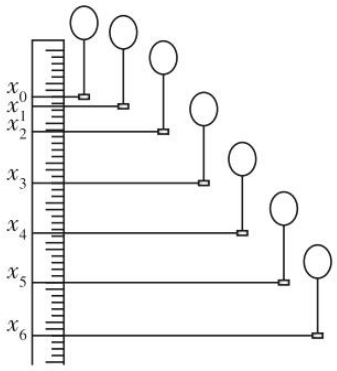
B．C 点到木板左端的距离为 1.0m

C．整个运动过程中，弹簧的最大弹性势能 E_P=17.0J

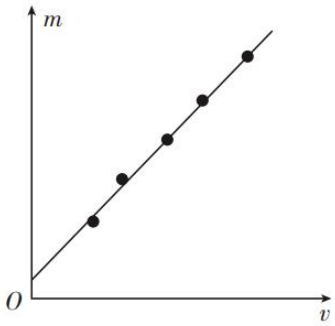
D．整个运动过程中，系统产生的热量 Q=6.0J

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

11．（8 分）已知物体受到流体的阻力与其速度有关，物体运动速度越大，阻力也越大。某兴趣小组希望通过研究气球运动得到气球受空气阻力F_f与其运动速度 v 的定量关系。他们将一个体积很小的重物悬挂于气球下方，并用天平称得气球与重物的总质量为 m。一名同学在刻度尺的上方释放气球，另一名同学用手机在刻度尺前拍摄视频，并得到分帧照片，并求出气球匀速下降的速度。已知图甲中相邻两帧照片之间的时间间隔为 T，x_o，x_1……表示重物所在位置对应的刻度，气球体积为 V_0，空气密度为ρ，重力加速度为 g，请回答以下问题：（均用题目所给的字母表达）



甲



乙

（1）为尽量精确得出F_f与 v 的关系，需要选择图甲中哪一段过程进行研究_____（用 x_o，x_1……表示）；此时气球受空气阻力大小F_f=_____；

（2）下图为该兴趣小组换用不同的重物重复多次实验，测出重物下落的位移，并由此计算出重物的运动速度 v，得到如图乙所示的图像，图像在纵轴上截距的物理意义是_____；若图像斜率为 k_0，则 F_f 与 v 的关系为_____。

12.（10 分）实验室有下列器材：

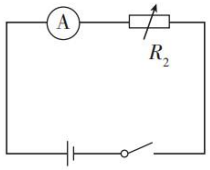
A．待测电源 E；

B．电流表 A；

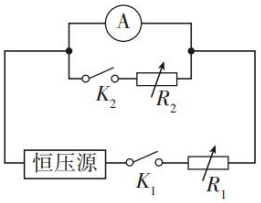
C．电阻箱 2 个；

D．开关 2 个；导线若干；

（1）某同学甲使用图（a）所示的电路测量待测电源的电动势和内阻。读出电流表 A 的电流 I 和电阻箱的示数 R 后，作出了 $\frac{1}{I}-R$ 图像，得到图像的斜率为 k，截距为 b，则待测电源的电动势为_____，。内阻为_____



图（a）



图（b）

（2）乙同学认为甲的测量结果有较大误差，原因是电流表有内阻。于是利用已有器材，增加了一个恒压源（输出电压恒定），设计了图（b）电路测量电流表的内阻。

①闭合 K_1，断开 K_2，调节电阻箱 R_1 使电流表 A 满偏，记下此时 R_1 的阻值；

②闭合 K_2，保持 R_1 不变，调节 R_2 使电流表 A 半偏，记下此时 R_2 的阻值，并发现并不满足 $R_1>>R_2$，导致电路中的总电流不能认为恒定；

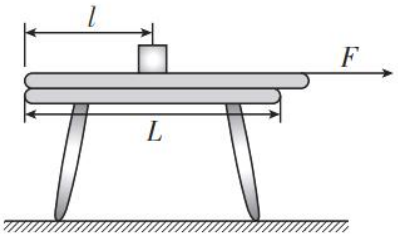
③乙同学利用上述两个数据算出电流表 A 的阻值 R_A=_____

（3）将乙同学测量的电流表 A 的内阻代入甲同学的数据修正后，可得电源的真实电动势为 E=_____；r=_____。

13.（10 分）质量为 m 的薄木板静置于水平桌面上，左端与桌边对齐，木板上放一质量也为 m 的小木块，木块与板的左端相距为l，桌面长为L，如图所示。已知各接触面之间的动摩擦因素均为μ，现有一水平恒力 F 作用于板上，将板从小木块下水平抽出，使小木块从薄木板上滑下后，恰好停在桌面的右边缘而不掉下。已知重力加速度为 g，求：

（1）小木块的运动时间；

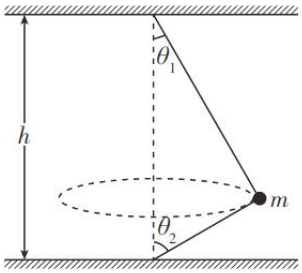
（2）恒力 F 的大小。



14.（14 分）一根绳子的两端分别固定在顶板和底板上，两固定点位于同一竖直线上，相距为 h。一质量为 m 的小球系于绳上某点，当小球两边的绳均被拉直时，两绳与铅垂线的夹角分别为$\theta_1=30^0$和$\theta_2=60^0$，如图所示。当小球以一定的速度在水平面内作匀速圆周运动时，两绳均被拉直，已知重力加速度为 g。试问：

（1）若下面绳子中的张力为零，则小球的速度为多大？

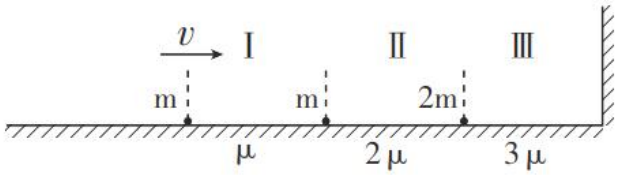
（2）若小球的速度为（1）中的$\sqrt{2}$倍，则上下两段绳中的张力各为多大？



15.（18 分）地上有质量分别为m、m、$2m$的三个小物块（大小不计），均用相同材料制成，物块置于三个区域的边界，各区域长度均为l，物块与各区域的动摩擦因数分别为μ，2μ，3μ，最右侧为墙壁，区域 I 左侧地面光滑。设发生的所有碰撞均为弹性碰撞，开始时最左侧物块有向右的初速度v，问：

（1）当参数$\frac{v^2}{\mu gl}$满足什么条件时，最右侧物块不会向左运动进入区域 II？

（2）是否存在特定的$\frac{v^2}{\mu gl}$值，使得所有物块最后停在同一位置？若存在，求出此值，并求出从开始运动到所有质点停止运动所经历的时间t；若不存在，给出理由。

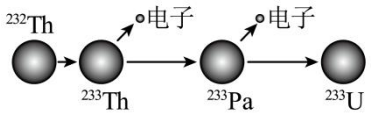


武汉外国语学校 2024-2025 学年度上学期 10 月阶段性诊断考试

高三物理试卷 参考答案

一、选择题:本题共 10 小题,每小题 4 分,共 40 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,第 8~10 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

1.目前,中国已建成 2 MW 液态燃料钍基熔盐实验堆。该反应堆采用熔盐状态的钍-232 作为增殖燃料,在热中子堆中把钍 232 转化为另外一种核燃料铀 233,然后把铀 233 分离出来返回堆中循环使用。反应堆工作原理如图所示,钍 232($^{232}_{90}\mathrm{Th}$)吸收一个中子后会变成钍 233,钍 233 不稳定,会经历 β 衰变成为镤 233($^{233}_{91}\mathrm{Pa}$),$^{233}_{91}\mathrm{Pa}$ 将再次经历 β 衰变成为铀 233($^{233}_{92}\mathrm{U}$),成为新的增殖铀燃料。下列说法正确的是(　　)



A. $^{233}_{92}\mathrm{U}$ 比 $^{233}_{90}\mathrm{Th}$ 多 2 个中子

B. 钍 233 的比结合能大于铀 233 的比结合能

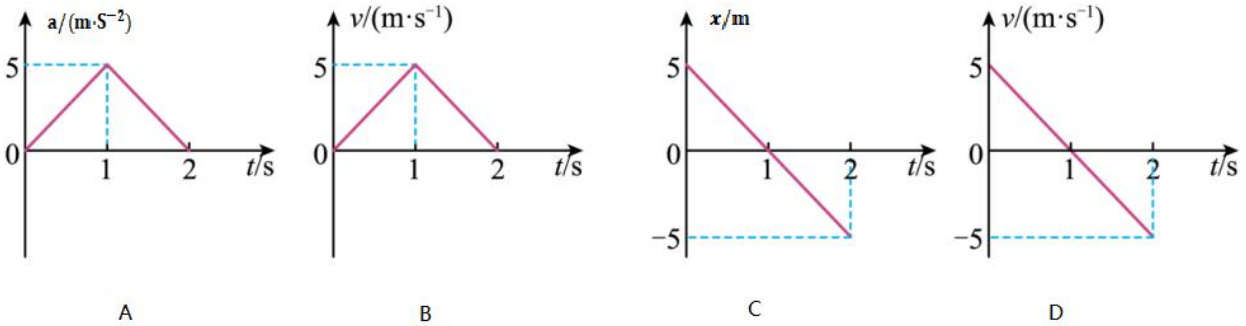
C. $^{233}_{91}\mathrm{Pa}$ 变成 $^{233}_{92}\mathrm{U}$ 的核反应方程式为 $^{233}_{91}\mathrm{Pa}\rightarrow{}^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

D. 铀 233 的裂变方程可能为 $^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}n$

【答案】C

【详解】$^{233}_{92}\mathrm{U}$ 比 $^{233}_{90}\mathrm{Th}$ 多2个质子,少两个中子,A错;钍233到铀233的过程会是释放能量,故钍233的比结合能小于铀233的比结合能,B错;方程 $^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}n$ 不满足质量数守恒,D错;故选C

2.一质点沿直线运动,下列所给的质点运动图像中,能反映运动质点回到初始位置的是(　　)

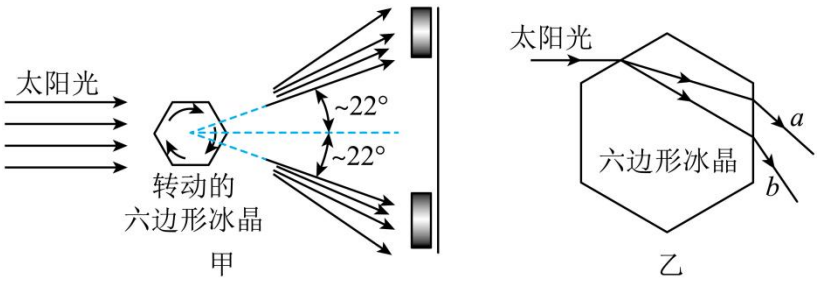


A　　B　　C　　D

【答案】D

【详解】A、B 均为单方向的直线运动,C 反映质点末状态坐标为负,故选 D

3.图甲为太阳光穿过转动的六边形冰晶形成“幻日”的示意图,图乙为太阳光穿过六边形冰晶的过程,a、b 是其中两种单色光的光路。下列说法正确的是(　　)



A．从冰晶射入空气中发生全反射时，a 光比 b 光的临界角大

B．用同一装置做双缝干涉实验，a 光比 b 光的干涉条纹窄

C．用同一装置做单缝衍射实验，a 光的中央亮条纹宽度比 b 光窄

D．照射在同一金属板上发生光电效应时，a 光比 b 光产生的光电子的最大初动能大

【答案】A

【详解】A．由图乙知在冰晶中 a 光的折射率小于 b 光的折射率，由

$$\sin C=\frac{1}{n}$$

可知，从冰晶射入空气中发生全反射时，a 光的临界角大于 b 光的临界角，故 A 错误；

B．因折射率

$$n_a<n_b$$

则频率

$$f_a<f_b$$

根据

$$c=\lambda f$$

可知波长

$$\lambda_a>\lambda_b$$

由双缝干涉条纹间距公式

$$\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$$

可知，a 光的干涉条纹比 b 光的宽，故 B 错误；

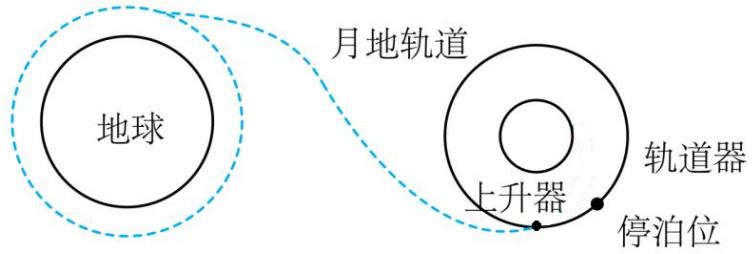
C．单缝能使 b 光产生明显衍射，说明单缝宽度小于或接近 b 光波长，由于 a 光波长大于 b 光波长，所以单缝宽度一定小于或接近 a 光波长，a 光一定发生明显衍射，故 C 正确；

D．由光电效应方程

$$E_{\mathrm{km}}=h\nu-W$$

可知，a 光比 b 光产生的光电子的最大初动能小，故 D 错误。

4．2024 年 6 月 4 日 7 时 38 分，嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞，起飞后经过大约 6 分钟的飞行，来到近月点约 15 公里、远月点约 180 公里的上升目标轨道。此后，再经过几次的轨道机动，进入高度约 210 公里的环月圆轨道。在这里，“轨返组合体”（轨道器）正在环月停泊轨道的停泊位等待着上升器，完成交会对接。将样本转移至轨道器后，上升器圆满完成使命与轨道器分离，在控制下撞击月球，轨道器则携带样品返回地球。已知月球半径约为地球半径的$\frac{1}{4}$，月球质量约为地球质量的$\frac{1}{81}$，地球的第一宇宙速度为 7.9km/s，则（　　）



A．上升器的发射速度至少要达到 1.76km/s

B．已在停泊轨道运行的轨道器从停泊位（如图）向后喷气加速，可实现与处在同一轨道上的上升器的对接

C．载有月壤样本的返回器在变轨进入月地转移轨道时需要反向点火减速

D．轨道器通过月地轨道返回地球时，速度会超过第二宇宙速度

【答案】A

【详解】A．根据万有引力提供向心力

$$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$$

则有

$$v_{月}=\sqrt{\frac{M_{月}R_{地}}{M_{地}R_{月}}}v_{地}=\sqrt{\frac{1\times4}{81\times1}}v_{地}\approx\frac{2}{9}v_{地}$$

故 A 正确；

B．使轨道器在停泊位置喷气加速，将会向高轨道运动，无法对接，故 B 错误；

C．载有月壤样本的返回器在变轨进入月地转移轨道时需要点火加速，使返回器速度增大，向高轨道运动，故 C 错误

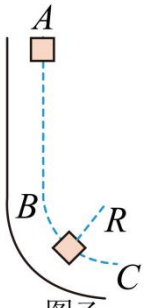
D.月球轨道还在地球引力范围内，故卫星回到地球时，速度不可能大于第二宇宙速度，D 错

5．如图甲为生产流水线上的水平皮带转弯机，由一段直线皮带和一段圆弧皮带平滑连接而成，其俯视图

如图乙所示，虚线 *ABC* 是皮带的中线，*AB* 段（直线）长度 L＝3.2m，*BC* 段（圆弧）半径 R＝2m，中线上各处的速度大小均为 v＝1m/s。某次转弯机传送一个质量 m＝1kg 的小物件时，将小物件轻放在直线皮带的起点 *A* 处，被传送至 *B* 处，滑上圆弧皮带上时速度大小不变，已知小物件与两皮带间的动摩擦因数均为 $\mu=0.2$，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取10m/s^2。



图甲



图乙

A．小物块刚放上传送带时，会受到传送带向前的静摩擦力

B．小物块在到达 B 点前，在传送带上留下的划痕长度为 0.25m

C．小物件在到达 B 点时尚未达到匀速

D．小物块在通过圆弧皮带时，会发生“打滑”现象

【答案】B

【解析】

物件在 *AB* 段加速

$$\mu mg = ma$$

解得

$$a = 2\text{m/s}^2$$

加速至 $v=1\text{m/s}$ 时，根据

$$v^2 = 2as$$

解得

$$s = 0.25\text{m} < 3.2\text{m}\ \text{（合理）}$$

在圆弧皮带上做圆周运动

$$f = m\frac{v^2}{R}$$

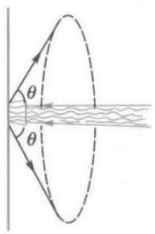
解得

$$f = 0.5\text{N} < f_{\text{m}} = \mu mg = 2\text{N}$$

所以不打滑，且

$$f = 0.5\text{N}$$

6．如图所示，水枪以 v_0=30m/s 的速率对着墙壁，垂直的喷出截面积 S=3.0*10^{-4}m^2 的水柱。水柱与墙冲击后，向四周均匀飞溅形成一个半顶角 $\theta=60^0$ 的圆锥面。已知飞溅的速率 v=4.0m/s，水的密度为 $\rho=1.0\times10^3 kg/m^3$，则水柱对墙壁的冲击力为

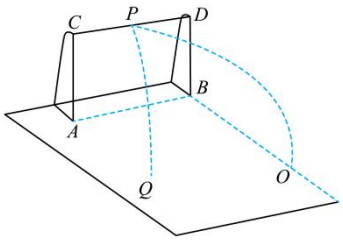


A. 252N　　B. 288N　　C. 306N　　D. 270N

【答案】B

【详解】在垂直于墙壁方向，水反弹的速度大小为2m/s，由动量定理：$F\Delta t=\rho s v_1\Delta t\left[v_1-(-v_{2x})\right]$，得F=288N，B对。

7．如图所示，一球门高1.8m，宽3m。在某次比赛中，一同学在球门前2.0m处的O点将球射向球门，球在运动的最高点恰好击中球门横梁中点P。足球经过横梁反弹后，垂直CD的速度分量大小变为原来的$\frac{3}{4}$，平行CD的速度分量不变，落在Q点。已知BO垂直AB，球的质量为0.4kg，重力加速度g取$10\mathrm{m/s^2}$，则下列说法正确的是（　）



A．球的初速度大小为$\frac{25}{6}\mathrm{m/s}$

B．落地时的速度大小为$2.5\mathrm{m/s}$

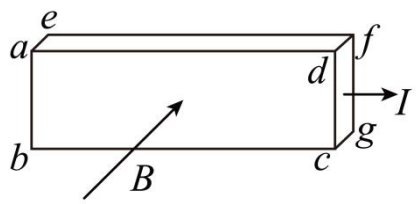
C．落地点Q与O的距离为$\frac{\sqrt{37}}{2}\mathrm{m}$

D．横梁对足球的冲量大小为$2\mathrm{N\cdot s}$

【答案】C

【详解】略

8．目前，霍尔效应已被广泛应用于半导体材料的测试和研究中，例如应用霍尔效应测试半导体是电子型（电子移动）还是空穴型（正电荷移动），研究半导体内载流子浓度（即单位体积内电荷数）的变化等。如图所示，在以下半导体霍尔元件中通以向右的电流，则下列说法正确的是



A．若上表面电势较高，则该元件为电子型

B．若上表面电势较高，则该元件为空穴型

C．电流强度一定时，元件内载流子浓度越高，上下表面的电势差越大

D．电流强度一定时，元件内载流子浓度越低，上下表面的电势差越大

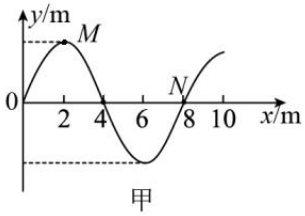
【答案】BD

【详解】由左手定则不难判断，若载流子为正，则上表面电势较高，A错，B对；

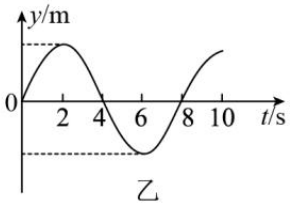
稳定时：$qvB=q\frac{U}{d}$，$U=Bdv$

由 $I=nqsv$ 得，$v=\dfrac{I}{nqs}$ 代入上式得：$U=Bd\dfrac{I}{nqs}$，显然浓度越低，电势差越大，D 对 C 错

9．如图甲所示为一列沿 x 轴传播的简谐横波在 t=4S 时的波形图，M、N 是简谐波中的两个质点，横坐标分别为 x=2m 和 x=8m，如图乙所示为质点 N 的振动图像



甲



乙

A．该列简谐波沿 x 轴正方向传播

B．该列简谐波传播速度大小为 0.5m/s

C．从图甲时刻开始，再经过（4n+3）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相反

D．从图甲时刻开始，再经过（4n+3）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相同

【答案】AC

【解析】

（1）由于图甲为 t=4S 时的波形图，则在乙图中看质点 N 在 t=4S 时的振动情况，可知质点 N 向下振动；再回到甲图中结合波形可知该简谐波向 x 轴正方向传播。

（2）结合图甲的波形可知波长

$$\lambda=8\text{m}$$

乙图的波形可知周期

$$T=8\text{s}$$

则由

$$v=\frac{\lambda}{T}$$

解得波速为

$$v=1\text{m/s}$$

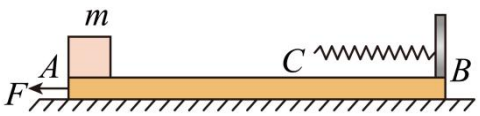
（3）M 点的位置坐标为 2m，N 点的位置坐标为 8m，可知 M、N 中点 R 的位置坐标为 5m。

当 R 处在波峰或者波谷位置时，M、N 两点速度大小相等方向相反，当 R 处在平衡位置时，M、N 两点速度大小相等方向相同，

故经过（4n+3）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相反

经过（4n+1）S（n=0,1,2……），M、N 两点速度大小相等，方向相同

10．如图所示，质量为 M=2kg 的木板 AB 静止放在光滑水平面上，木板右端 B 点处固定一根轻质弹簧，弹簧处于原长状态时左端在 C 点，可视为质点的小木块质量也为 M=2kg，静止放置在木板的左端；现对木板 AB 施加水平向左的恒力 F=20N，0.5s 时撤去恒力 F，此时木块恰好到达弹簧自由端 C 处，此后的运动中没有超过弹簧的弹性限度。已知木板 C 点左侧部分与木块间的动摩擦因数为 μ=0.2，C 点右侧部分光滑；取 g=10m/s²。下列说法正确的是（　　）



A．恒力 F 对木板 AB 做功为 20J

B．C 点到木板左端的距离为 1.0m

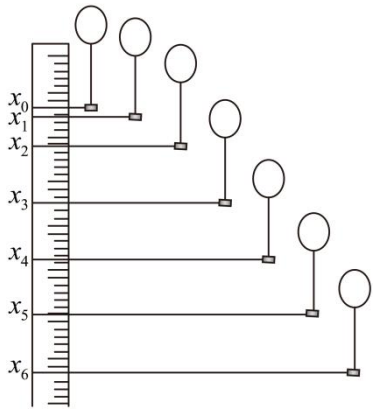
C．整个运动过程中，弹簧的最大弹性势能 E_P=17.0J

D．整个运动过程中，系统产生的热量 Q=6.0J

【答案】AD

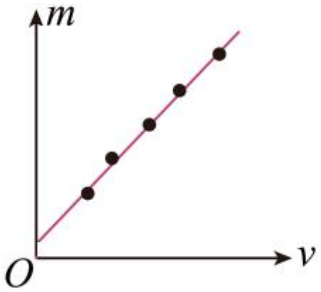
【详解】略

11．（8 分）已知物体受到流体的阻力与其速度有关，物体运动速度越大，阻力也越大。某兴趣小组希望通过研究气球运动得到气球受空气阻力F_f与其运动速度 v 的定量关系。他们将一个体积很小的重物悬挂于气球下方，并用天平称得气球与重物的总质量为 m。一名同学在刻度尺的上方释放气球，另一名同学用手机在刻度尺前拍摄视频，并得到分帧照片。已知图中相邻两帧照片之间的时间间隔为 T，x_o，x_1……表示重物所在位置对应的刻度，气球体积为 V_0，空气密度为ρ，重力加速度为 g，请回答以下问题：



（1）为尽量精确得出F_f与 v 的关系，需要选择哪段过程进行研究_____（用x_o，x_1……表示）；此时气球受空气阻力大小F_f=_____；

（2）下图为该兴趣小组换用不同的重物重复多次实验，测出重物下落的位移，并由此计算出重物的运动速度 v，得到如图所示的图像，图像在纵轴上截距的物理意义是_____；若图像斜率为 k_0，则 F_f 与 v 的关系为_____（均用题目所给的字母表达）。



【答案】 $x_2 \sim x_6$ （或 x_3~x_6，x_4~x_6 ）（2 分） F_f=mg-$\rho g V_0$ （2 分）

（2） ρV_0（2 分） $F_f = k_0 g v$ （2 分）

【详解】

（1）由图可知，从$x_2 - x_6$气球做匀速运动，则为尽量精确得出f与 v 的关系，需要选择$x_2 - x_6$过程进行研究；此时气球匀速运动，受力平衡，即受空气阻力大小

$$F_f=mg-\rho g V_0$$

（2）运动速度大小

由图可知 m 与 v 成正比关系，而F_f=mg，可知气球受空气阻力大小F_f与其运动速度大小 v 成正比关系，纵轴上截距的物理意义是 ρV_0

12.（10 分）实验室有下列器材：

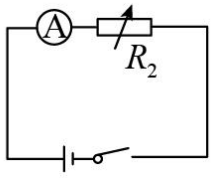
A．待测电源 E

B．电流表 A（内阻不可忽略）；

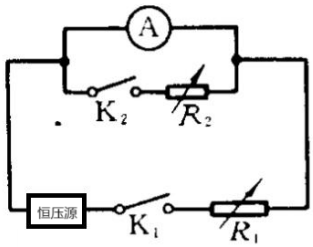
C．电阻箱两个；

D．开关 2 个；导线若干）；

（1）某同学甲使用如图所示的电路测量待测电源的电动势和内阻。读出电流表 A 的电流 I 和电阻箱的示数 R 后，作出了 $\frac{1}{I}-R$ 图像，得到图像的斜率为 k，截距为 b，则待测电源的电动势为_____，。内阻为_____



（2）乙同学认为甲的测量结果有较大误差，原因是电流表的内阻不可忽略。于是利用已有器材，增加了一个恒压源（输出电压恒定），设计了以下电路测量电流表的内阻。



①闭合 K1，断开 K2，调节电阻箱 R1 使电流表 A 满偏，记下此时 R1 的阻值；

②闭合 K2，保持 R1 不变，调节 R2 使电流表 A 半偏，记下此时 R2 的阻值，并发现并不满足 R1>>R2，导致电路中的总电流不能认为恒定；

③乙同学利用上述两个数据算出电流表 A 的阻值 RA=_____

（3）将乙同学测量的电流表 A 的内阻代入甲同学的数据修正后，可得电源的真实电动势为 E=_____；r=_____。

【答案】（1）$\frac{1}{k},\frac{b}{k}$　（2）$\frac{R_1R_2}{R_1-R_2}$　（3）$\frac{1}{k},\frac{b}{k}-\frac{R_1R_2}{R_1-R_2}$

12.(1)$\frac{1}{k}$　$\frac{b}{k}$　(2)$\frac{R_1R_2}{R_1-R_2}$　(3)$\frac{1}{k}$　$\frac{b}{k}$ - $\frac{R_1R_2}{R_1-R_2}$(总计 10 分，每空 2 分)

解析：（1）根据闭合电路欧姆定律 $\mathrm{E}=\mathrm{I}(\mathrm{r}+\mathrm{R}_2)$ 化简得：$\frac{1}{I}=\frac{r}{E}+\frac{R_2}{E}$于是得 $\mathrm{E}=\frac{1}{\mathrm{k}}$　$\mathrm{r}=\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{k}}$

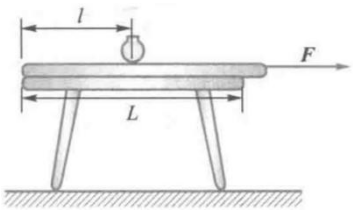
（2）根据闭合电路欧姆定律$I_g(R_A+R_1)=(\frac{I_g}{2}+\frac{\frac{I_g}{2}R_A}{R_2})R_1+\frac{I_g}{2}R_A$可以解得$R_A=\frac{R_1R_2}{R_1-R_2}$

（3）根据等效电源思想可知，（1）中测量电源电动势是准确的，内阻测量包含了电流表内阻，所义在内阻中只需要减去（2）中测量得到的电流表内阻即可

13.（10 分）质量为 m 的薄木板静置于水平桌面上，其一端与桌边对齐，木板上放一质量也为 m 的小木块，木块与板的左端相距为l，桌面长为L，如图所示。已知各接触面之间的动摩擦因素均为 μ，现有一水平恒力 F 作用于板上，将板从小木块下水平抽出，已使小木块从薄木板上滑下后，恰好停在桌面的右边缘而不掉下。求：

（1）小木块的运动时间；

（2）恒力 F 的大小。



【答案】（1）$t=2\sqrt{\dfrac{L-l}{\mu g}}$　（2）$F=\dfrac{4L-2l}{L-l}\mu mg$

【详解】（1）小木块先加速后减速运动，两次加速度大小相同计为a_1,运动总时间记为 t

对小木块有：$ma_1=\mu mg$(1 分)　$\frac{1}{2}a_1t_0^2=x_1$（1 分）

根据运动的对称性x_1=$\frac{L-l}{2}$（2 分）其中$t_0=\frac{t}{2}$　联立求解得：$t=2\sqrt{\frac{L-l}{\mu g}}$（1 分）

（2）记木板加速度a_2，在t_0时间内有：$\frac{1}{2}a_2t_0^2=x_2$　$x_2-x_1=l$（1 分）

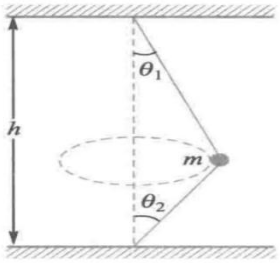
对木板受力分析有：$\mathrm{F}-\mu\mathrm{mg}-2\mu\mathrm{mg}=\mathrm{m}a_2$（2 分）

联立求解得：$\mathrm{F}=4\mu\mathrm{mg}+\mu\mathrm{mg}\frac{2}{\mathrm{L}-l}l$ （2 分） 或写为　$F=\dfrac{4L-2l}{L-l}\mu mg$

14.（14 分）一根绳子的两端分别固定在顶板和底板上，两固定点位于同一竖直线上，相距为 h。一质量为 m 的小球系于绳上某点，当小球两边的绳均被拉直时，两绳与铅垂线的夹角分别为$\theta_1=30^0$和$\theta_2=60^0$，如图所示。当小球以一定的速度在水平面内作匀速圆周运动时，两绳均被拉直。试问：

（1）若下面绳子中的张力为零，则小球的速度为多大？

（2）若小球的速度为（1）中的$\sqrt{2}$倍，则上下两段绳中的张力各为多大？



【答案】（1）$v=\dfrac{\sqrt{gh}}{2}$　（2）$T_1=\dfrac{5\sqrt{3}}{6}mg$，$T_2=\dfrac{1}{2}mg$

【详解】

（1）计此时绳中弹力为 F，小球做圆周运动的轨道半径为 R，运动速度为 V

由几何关系有：$\frac{R}{\tan 30^\circ}+\frac{R}{\tan 60^\circ}=h$（1 分）

对小球受力分析有：$\mathrm{F}\sin 30^\circ=\mathrm{m}\frac{\mathrm{V}^2}{\mathrm{R}}$ （2 分）　　$\mathrm{F}\cos 30^\circ=\mathrm{mg}$　（2 分）

联立求解得：$\mathrm{V}=\frac{\sqrt{\mathrm{gh}}}{2}$（1 分）

（2）计此时绳中弹力分别为F_1和F_2，

对小球受力分析有：$F_1\sin 30^\circ + F_2\sin 60^\circ = m\frac{(\sqrt{2}V)^2}{R}$ （2 分）

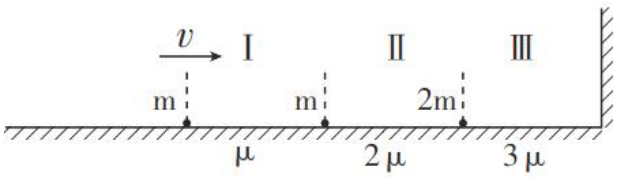
$F_1\cos 30^\circ - F_2\cos 60^\circ = mg$ （2 分）

联立求解得$F_1 = \frac{5\sqrt{3}mg}{6}$ （2 分） $F_2 = \frac{1}{2}mg$（2 分）

15.（18 分）地上有质量分别为m、m、$2m$的三个小物块（大小不计），均用相同材料制成，物块置于三个区域的边界，各区域长度均为l，物块与各区域的动摩擦因数分别为μ，2μ，3μ，最右侧为墙壁，区域Ⅰ左侧地面光滑。设发生的所有碰撞均为弹性碰撞，开始时最左侧物块有向右的初速度v，问：

（1）当参数$\frac{v^2}{\mu gl}$满足什么条件时，最右侧物块不会向左运动进入区域 II？

（2）是否存在特定的$\frac{v^2}{\mu gl}$值，使得所有物块最后停在同一位置？若存在，求出此值，并求出从开始运动到所有质点停止运动所经历的时间 t；若不存在，给出理由。



【答案】

【详解】

（1）由弹性碰撞可知第一次碰撞两质点交换速度（1 分）

记中间质点与最右侧质点碰撞前后速度分别为v_{10}和v_{11},最右侧质点碰撞后速度为v_{12}

由功能原理：$\frac{1}{2}mv^2 - 3mg\mu l = \frac{1}{2}mv_{10}^2$（1 分）

由弹性碰撞过程，机械能和动量守恒：$\frac{1}{2}mv_{10}^2 = \frac{1}{2}mv_{11}^2 + \frac{1}{2}(2m)v_{12}^2$ （1 分）

$mv_{10} = mv_{11} + 2mv_{12}$ （1 分）

联立求解得：$v_{11} = -\frac{1}{3}v_{10}, v_{12} = \frac{2}{3}v_{10}$

右侧质点不能运动到 2 区域，临界情况运动到 2 区域时速度为 0，

由功能原理：$\frac{1}{2}mv_{12}^2 - 6mg\mu l = 0$ （1 分）

解得$\frac{v^2}{\mu gl} = 33$，应有$\frac{v^2}{\mu gl} \le 33$ （1 分）

（2）因为发生的皆为弹性碰撞，且左侧为光滑地面，所以仅需考虑三质点均停在区域 1、2 分界线处的情况。

当中间质点刚好停在区域 1、2 分界线处时，

$\frac{1}{2}mv_{11}^2 - 2mg\mu l = 0$

解得$\frac{v^2}{\mu gl} = 42$（2 分）

当右侧质点刚好停在区域 1、2 分界线处时，

$\frac{1}{2}mv_{12}^2 - 8mg\mu l = 0$

解得$\frac{v^2}{\mu gl}$=42（2 分）

经验证可得中间质点在停下前未与右侧质点发生第二次碰撞

存在特定的$\frac{v^2}{\mu gl}$=42，使得所有质点最后停在同一位置 （1 分）

对于最左侧质点在区域 1 运动的过程有：

$vt_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = l, t_1 = (\sqrt{42} - 2\sqrt{10})\sqrt{\frac{l}{\mu g}}$ （1 分）

中间质点在区域 2 运动的过程：

$(v - a_1 t_1)t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} = l, t_2 = (\sqrt{10} - 3)\sqrt{\frac{l}{\mu g}}$ （1 分）

最右侧质点在区域 3 运动的过程：

向右运动： $v_{12}t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2} = 2l, t_3 = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l}{\mu g}}$ （2 分）

向左运动： $a_2 t_4 = v_{12} - a_3 t_3, t_4 = \sqrt{\frac{l}{\mu g}}$ （1 分）

总时间 $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = (\sqrt{42} - \sqrt{10} - \frac{4}{3})\sqrt{\frac{l}{\mu g}}$ （2 分）