2020 年高考全国乙卷物理逐题解析

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14～18 题只有一项符合题目要求，第 19～21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14.（6.00 分）行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体，若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零，关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（　　）

A.增加了司机单位面积的受力大小

B.减少了碰撞前后司机动量的变化量

C.将司机的动能全部转换成汽车的动能

D.延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

【答案】D

【解析】A 选项：安全气囊通过增长受力时间、增大受力面积的方式减小司机单位面积的受力大小，故 A 错误；

B 选项：碰撞前后司机动量的变化量不变，故 B 错误；

C 选项：司机动能未全部转换为汽车动能，部分转化为内能，故 C 错误；

D 选项：由于气体的缓冲，安全气囊延长了司机的受力时间，且司机受力面积增大，故 D 正确

综上，本题选择 D

15.（6.00 分）火星的质量约为地球质量的$\frac{1}{10}$，半径约为地球半径的$\frac{1}{2}$，则同一物体在火星表面与在地球表面受到的引力的比值约为（　　）

A.0.2　　B.0.4　　C.2.0　　D.2.5

【答案】B

【解析】设物体质量为 m，火星表面重力加速度为 $g_{火}$，地球表面重力加速度为 $g_{地}$。所以：$G\frac{M_{地}m}{R_{地}^2}=mg_{地}$；$G\frac{M_{火}m}{R_{火}^2}=mg_{火}$

则，$\frac{g_{火}}{g_{地}}=\frac{G\frac{M_{火}}{R_{火}^2}}{G\frac{M_{地}}{R_{地}^2}}=\frac{M_{火}R_{地}^2}{R_{火}^2M_{地}}=0.4$

综上，本题选择 B

16.（6.00 分）如图，一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 10m，该同学和秋千踏板的总质量约为 50kg。绳的质量忽略不计。当该同学荡到秋千支架的正下方时，速度大小为 8m/s，此时每根绳子平均承受的拉力约为（　　）

A.200N　　B.400N　　C.600N　　D.800N

【答案】B

【解析】设秋千绳长 l=10m，该同学和秋千踏板总质量 m=50kg，处于正下方时速度 v=8m/s，两根绳子拉力为 T。

以正下方时的同学和秋千踏板为研究对象：$T-mg=\frac{mv^2}{l}$

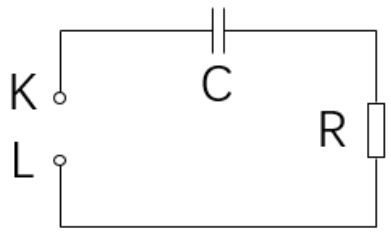
得 T=820N

又因为正下方时，两根绳子拉力近似相等，故每根绳子拉力约为 400N。

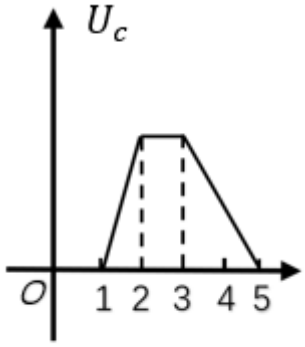
综上，本题选择 B

17.（6.00 分）图(a)所示的电路中，K 与 L 间接一智能电源，用以控制电容器 C 两端的电

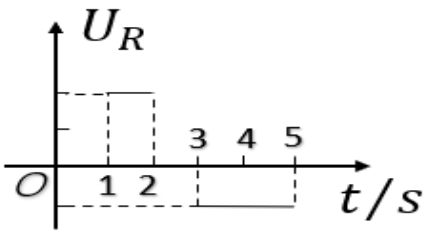
压 U_c。如果 U_c 随时间 t 的变化如图(b)所示，则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图像中，正确的是（　）



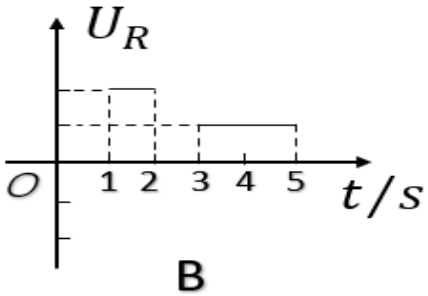
图（a）



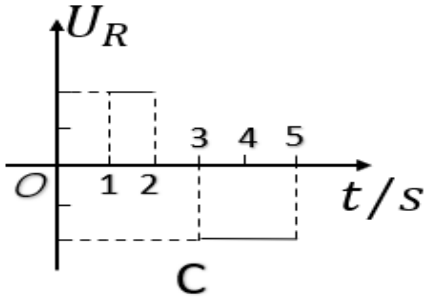
图（b）



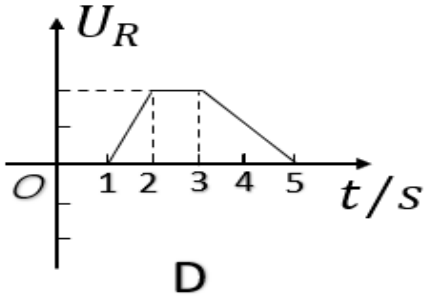
A



B



C



D

【答案】A

【解析】解：0-1s 内 $U_c=0$，则 $U_R=0$；

1-2s 内，U_c 随时间均匀增加，$U_c=k_1 \cdot t$，根据 $C=\frac{Q}{U_c}$，则 $Q=C \cdot k_1 \cdot t$，C 不变，则电容器两端积累电荷量 Q 随时间 t 均匀增加，电路中产生恒定电流 I_1，

则 $Q=C \cdot k_1 \cdot t=I_1 t$ ……①；

2-3s 内，U_C 不变，电容器两端积累电荷量不变，电路中无电流，I=0；

3-5s 内，U_C 随时间均匀减小，$U_C=k_2 \cdot t$，Q 随时间均匀减小，所以电流 I_2 方向与电流 I_1 相

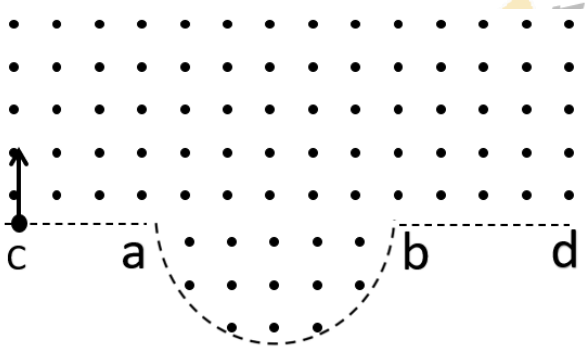
反，Q=C・k_2・t，产生恒定电流 I_2，且方向与 I_1 相反，

则 Q=C・k_2・t=I_2・t …… ②；

$\frac{①}{②}$：$\frac{I_1}{I_2}=\frac{k_1}{k_2}=\frac{2}{1}$，且方向相反。

综上，本题选择 A。

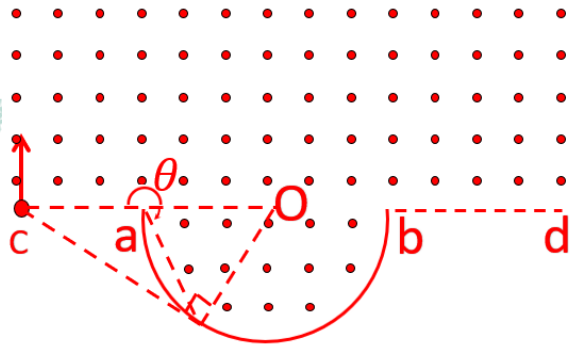
18.（6.00 分）一匀强磁场的磁感线强度大小为 B，方向垂直于纸面向外，其边界如图中虚线所示，*ab* 为半圆，ac、bd 与直径 ab 共线，ac 间的距离等于半圆的半径。一束质量为 *m*、电荷量为 *q*（*q*>0）的粒子，在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场，这些粒子具有各种速率。不计粒子之间的相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子，其运动时间为（　　）



A. $\frac{7\pi m}{6qB}$　　B. $\frac{5\pi m}{4qB}$　　C. $\frac{4\pi m}{3qB}$　　D. $\frac{3\pi m}{2qB}$

【答案】C

【解析】运动时间 $t=\frac{\theta}{2\pi}T$ 其中 θ 为粒子轨迹所对圆周角，T 为粒子在磁场中运动周期，由 $qvB=m\frac{v^2}{r}$，$T=\frac{2\pi r}{v}$。可得 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$。即周期与粒子速率无关。故 θ 最大时，t 最大。过 C 作弧 ab 的切线，记切点为 e，连接 ae，由已知条件 $\angle cae=\frac{2}{3}\pi$ 故 $\theta=\frac{4}{3}\pi$ 为最大值，故 $t=\frac{2}{3}\cdot\frac{2\pi m}{Bq}=\frac{4\pi m}{3Bq}$。故 C 正确，ABD 错误。



19.（6.00 分）下列核反应方程中，X_1、 X_2、X_3、X_4 代表 α 粒子的有（　　）

A. ${}_1^2H+{}_1^2H\rightarrow{}_0^1n+X_1$　　B. ${}_1^2H+{}_1^3H\rightarrow{}_0^1n+X_2$

C. ${}_{92}^{235}U+{}_0^1n?{}_{56}^{144}Ba+{}_{36}^{89}Kr+3X_3$　　D. ${}_0^1n+{}_3^6Li\rightarrow{}_1^3H+X_4$

【答案】B D

【解析】α 粒子为 ${}_2^4He$，则 m=4，n=2，由核反应前后质量数和核电荷数守恒知：

A：m=2+2-1=3，X_1 不是 α 粒子，所以 A 错

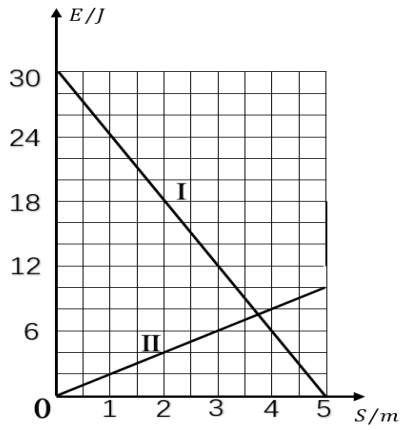
B:　m=2+3-1=4，q=1+1-0=2，X_2 是 α 粒子，所以 B 对

C：m=（235+1-144-89）×$\frac{1}{3}$ =1　q=92+0-56-36=0 ，X_3 不是 α 粒子，所以 C 错

D:　m=1+6-3=4，q=0+3-1=2 ，X_4 是 α 粒子，所以 D 对

故答案为 BD

20.（6.00 分）一物块在高 3.0m、长 5.0m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑，其重力势能和动能随下滑距离 *s* 的变化如图中直线 I、II 所示，重力加速度取 10m/s²。则（　　）



A.物块下滑过程中机械能不守恒

B.物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5

C.物块下滑时加速度的大小为 6.0m/s²

D.当物块下滑 2.0m 时机械能损失了 12J

【答案】AB

【解析】

A. 由图可得，初位置机械能 $E_0 = 30J$，末位置机械能 $E_t = 10J$，所以机械能不守恒，所以 A 正确。

B. 由图可知，$E_{P_0} = mgh = 30J$

则： $m = 1kg$

从初到末,应用动能定理得：

$$E_{K_t} - E_{K_0} = mgh - \mu mgl$$

其中 $h = 3m$，$l = 4m$（l 为斜面底边长）

得 $\mu = 0.5$

所以 B 正确

C. $a = \frac{F_{合}}{m} = \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m} = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$

由题可得 $\theta = 37^\circ$，$\sin\theta = \frac{3}{5}$，$\cos\theta = \frac{4}{5}$

得： $a = 2m/s^2$

所以 C 错误

D. 由图可得，下滑 2m 时，机械能 $E_2 = 22J$

损失的机械能 $|\Delta E_k| = 30 - 22 = 8J$，所以 D 错误

故答案为 AB。

21.（6.00 分）如图，U 形光滑金属框 abcd 置于水平绝缘平台上，ab 和 dc 边平行，和 bc 边垂直。ab、dc 足够长，整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上，用水平恒力 F 向右拉动金属框，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁

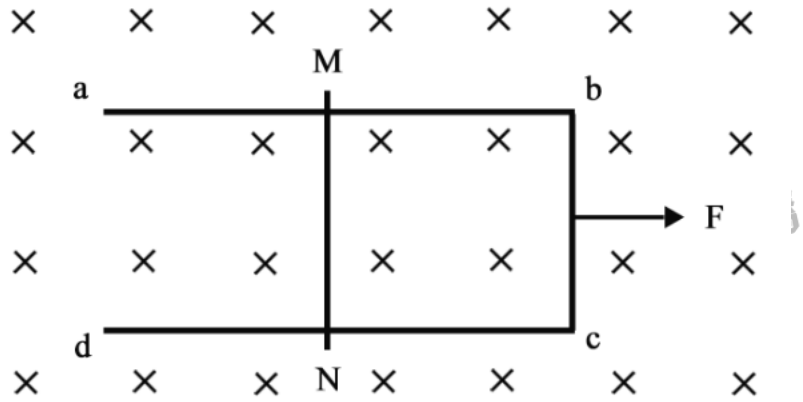
场中，MN 与金属框保持良好接触，且与 bc 边保持平行。经过一段时间后

A.金属框的速度大小趋于恒定值

B.金属框的加速度大小趋于恒定值

C.导体棒所受安培力的大小趋于恒定值

D.导体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值



【答案】BC

【解析】设 MN 棒质量 m，加速度 a，abcd 框质量 M,加速度 a_2

A. $I_{MN}=I_{BC}$,根据 $F=BIL$,得 $F_{MN}=F_{bc}$，且方向相反（左手定则），对整体受力分析，水平方向只受外力 F，受力不平衡，不能最终趋于恒速，故 A 错误

B.根据 A 判断，最终加速度 a 的恒定值为 $a=\frac{F}{M+m}$，M,m 之间保持相对速度 $v_{相}$ 不变，故 B 正确

C.根据 B 判断，$E=BLv_{相}$，$I=\frac{E}{R}=\frac{BLv_{相}}{R}$，最终趋于定值，$F=BIL$,亦最终趋于定值，故 C 正确

D.根据 B 判断，距离 d 以 $v_{相}$ 的速度增大，故 D 错误

故选 BC

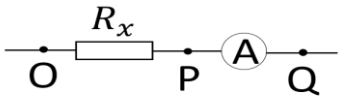
二、非选择题：共 62 分，第 22～25 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33～34 题为选考题，考生根据要求作答。

（一）必考题：共 47 分。

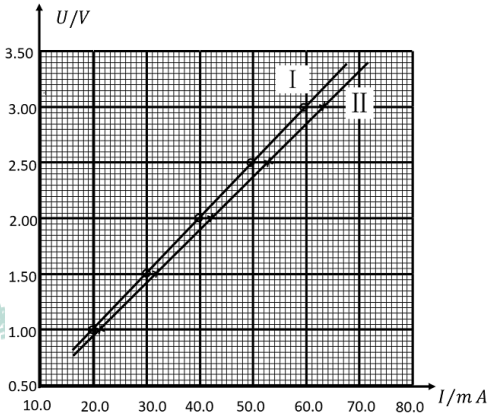
22. （6.00 分）

某同学用伏安法测量一阻值为几十欧姆的电阻$R_{电}$，所用电压表的内阻为 1kΩ，电流表内阻为 0.5Ω。该同学采用两种测量方案，一种是将电压表跨接在图（a）所示电路的 O、P 两点之间。另一种是跨接在 O、Q 两点之间，测量得到如图（b）所示的两条 *U-I* 图线，其中 *U* 与 *I* 分别为电压表和电流表的示数。

回答下列问题：



图（a）



图（b）

（1）图（b）标记为II的图线是采用电压表跨接在_____（填“O、P”或“O、Q”）两点的方案测量得到的。

（2）根据所用实验器材和图（b）可判断，由图线____（填“I”或“II”）得到的结果更接近待测电阻的真实值，结果为_____Ω（保留 1 位小数）。

（3）考虑到实验中电表内阻的影响，需对（2）中得到的结果进行修正，修正后待测电阻的阻值为_____Ω（保留 1 位小数）。

【答案】

（1）O、P

（2）I，50.0Ω

（3）49.5Ω

【解析】

（1）当电压表接在 OP 两点时，电流表外接，$R_{测1}=\frac{R_xR_V}{R_x+R_V}<R_x$

当电压表接在 OQ 两点时，电流表内接，$R_{测2}=R_X+R_A>R_X$

所以 $R_{测2}<R_{测2}$；

在 U-I 图像中，斜率 $K=R_{测2}$，$K_I>K_{II}$，即 $R_I>R_{II}$，

所以图线Ⅱ采用的是外接法，即接在 OP 两点；图线Ⅰ是接在 OQ 两点。

(2) 由图线Ⅰ估算，$R_I=K_I\approx\dfrac{3-1}{(60-20)\times10^{-3}}=50\Omega$，即 R_X 约为 50Ω，$R_X^2>R_AR_V$

所以采用内接法误差更少，应该接在 OQ 两点，即用图线Ⅰ，

所以 $R_{测}=\dfrac{3.00-1.00}{(60-20)\times10^{-3}}=50.0\Omega$。

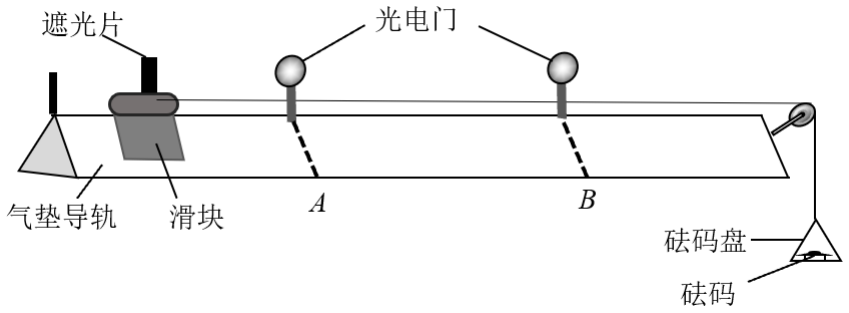
(3) 内接法时，$R_{测}=R_X+R_A$，

所以 $R_X=R_{测}-R_A=49.5\Omega$。

23.（9.00 分）

某同学用如图所示的实验装置检证动量定理，所用器材包括:气垫导轨、滑块（上方安装有宽度为 *d* 的遮光片）、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。

实验步骤如下:



（1）开动气泵，调节气垫导轨，轻推滑块，当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时，可认为气垫导轨水平；

（2）用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1、滑块（含遮光片）的质量 m_2;

（3）用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接，并让细线水平拉动滑块;

（4）令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动，和计算机连接的光电门能测

量出遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间Δt_1、Δt_2及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12}；

（5）在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中，如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，拉力冲量的大小 I=____，滑块动量改变量的大小Δp=____；(用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示)

（6）某次测量得到的一组数据为：d=1.000cm，$m_1=1.50\times10^{-2}$kg，m_2=0.400kg，$\Delta t_1=3.900\times10^{-2}$s，$\Delta t_2=1.270\times10^{-2}$s，$t_{12}$=1.50s，取 g=9.80m/s^2。计算可得 I=____N •s，Δp=____kg •m •s^{-1}；（结果均保留 3 位有效数字）

（7）定义$\delta=\left|\frac{I-\Delta P}{I}\right|\times100\%$，本次实验$\delta$=____%（保留 1 位有效数字）。

【答案】

（1）相等

（5）m_1gt_{12}，$\frac{m_2d(\Delta t_1-\Delta t_2)}{\Delta t_1\Delta t_2}$

（6）0.221；0.212

（7）4

【解析】

（1）气垫导轨水平时，滑块匀速运动，故通过两光电门时间相等；

（5）将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，则拉力冲量大小：$I=Ft=m_1gt_{12}$

滑块动量变化量$\Delta P=m_1V_2-m_2V_1=\frac{m_2d(\Delta t_1-\Delta t_2)}{\Delta t_1\Delta t_2}$

（6）将题干中数据代入（5）中计算得 $I=m_1gt_{12}=1.50\times10\text{-}2\times9.8\times1.5\approx0.221$N • s

$$\Delta p=\frac{m_2d(\Delta t_1-\Delta t_2)}{\Delta t_1\Delta t_2}=\frac{0.400\times0.01\times(3.900\times10^{-2}-1.270\times10^{-2})}{3.900\times10^{-2}\times1.270\times10^{-2}}\approx0.212kg\cdot m\cdot s^{-1}$$

（7）将（6）中数据代入公式可得

$\delta=\left|\frac{0.221-0.212}{0.221}\right|\times 100\%\approx 4\%$

24.（12.00 分）

我国自主研制了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F=kv^2$ 描写，k 为系数；v 是飞机在平直跑道上的滑行速度，F 与飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度。已知飞机质量为 1.21×10^5kg 时，起飞离地速度为 $66m/s$；装载货物后质量为 1.69×10^5kg，装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

（1）求飞机装载货物后的起飞离地速度；

（2）若该飞机装载货物后，从静止开始匀加速滑行 1521m 起飞离地，求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

【答案】（1）78m/s （2）a=2m/s^2 t=39s

【解析】（1）飞机空载时质量为 m_0，起飞离地速度为 v_0

$m_0g=kv_0^2$ ……①

飞机装载货物后的质量为 m,起飞离地速度为 v_1

$mg=kv_1^2$ ……②

联立①②解得：v_1=78m/s

（2）由运动学公式 $v_1^2=2ax$ 得

$a=\frac{v_1^2}{2x}=2\text{m/s}^2$

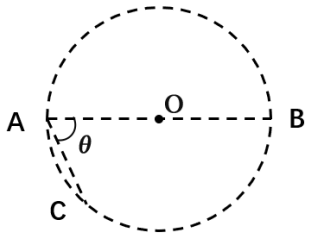
又由 $v_1=at$ 得

$t=\frac{v_1}{a}=39\text{ s}$

25.（20.00 分）

在一柱形区域内有匀强电场，柱的横截面是以 O 为圆心，半径为 R 的圆，AB 为圆的直径，如图所示。质量为 m，电荷量为 q（q>0）的带电粒子在纸面内自 A 点先后以不同

的速度进入电场，速度方向与电场的方向垂直。已知刚进入电场时速度为零的粒子，自圆周上的 C 点以速率 v_0 穿出电场，AC 与 AB 的夹角 θ=60°。运动中粒子仅受电场力作用。



（1）求电场强度的大小；

（2）为使粒子穿过电场后的动能增量最大，该粒子进入电场时的速度应为多大？

（3）为使粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0，该粒子进入电场时的速度应为多大？

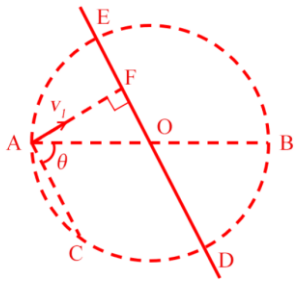
【答案】（1）$E=\frac{mv_0^2}{2qR}$（2）$\frac{\sqrt{2}}{4}v_0$（3）0 或 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

【解析】（1）由题意可知，电场方向沿 AC 方向。由几何关系可得 AC 距离为 R，

所以有：$EqR=\frac{1}{2}mv_0^2$

得：$E=\frac{mv_0^2}{2qR}$

（2）



动能增量最大，即电场力做功最多。过 O 点作直径 ED 与 AC 平行，D 点为圆周上电势最低的点，这点射出电场力做功最多。设此时初速度为 v_1，由几何关系可知：FD 距离为 1.5R，AF 距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$，粒子做类平抛运动：

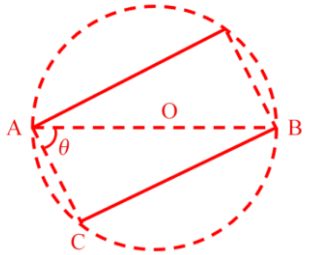
$$1.5R=\frac{Eq}{2m}t^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}R=v_1t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

联立①②得：

$$v_1=\frac{\sqrt{2}}{4}v_0$$

（3）



电场力的冲量等于粒子的动量变化量，又冲量相等，则运动时间相同。由图可知，从 C 或 B 点射出。

C 点射出，初速度为零：$R=\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$

得：$t=\frac{2R}{v_0}$，

B 点射出：$\sqrt{3}R=vt$

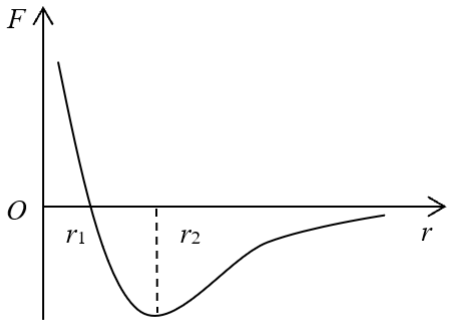
得：$v=\frac{\sqrt{3}v_0}{2}$

即入射速度为 0 或 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

（二）选考题：共 15 分。请考生从 2 道物理题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

33.［物理—选修 3–3］（15 分）

（1）（5.00 分）



分子间作用力F与分子间距r的关系如图所示，$r=r_1$时，$F=0$。分子间势能由r决定，规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零。若一分子固定于原点O，另一分子从距O点很远处向O点运动，在两分子间距减小到r_2的过程中，势能_____（填“减小”“不变”或“增大”）；在间距由r_2减小到r_1的过程中，势能_____(填“减小”“不变”或“增大”)；在间距等于r_1处，势能_____（填“大于”“等于”或“小于”）零。

【答案】减小、减小、小于

【解析】$\infty \to r_1$处，$F_{引} > F_{斥}$，分子做正功，势能减少

$E_{p\infty}=0$，$\infty \to r_1$，E_p减小，r_1处$E_p<0$

（2）（10.00 分）甲、乙两个储气罐储存有同种气体（可视为理想气体）。甲罐的容积为 V，罐中气体的压强为 p，乙罐的容积为 $2V$，罐中气体的压强为$\frac{1}{2}p$。现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去，两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变，调配后两罐中气体的压强相等。求调配后

（i）两罐中气体的压强；

（ii）甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比。

【答案】（i）$p'=\frac{2}{3}p$ （ii）$\frac{m'}{m}=\frac{2}{3}$

【解析】（i）设变化的甲罐气体体积为$V_{甲}$，乙罐气体体积为$V_{乙}$，两气罐气压为p'

因为变化前后温度不变

根据玻意尔定律得：

甲罐变化前后：$pV = p'V_{甲}$ ……①

乙罐变化前后：$\frac{p}{2}2V = p'V_{乙}$ ……②

①+②得：$2pV = p'(V_{甲}+V_{乙})$

$2pV=p'3V$

$p' = \frac{2}{3}p$

（ii）假设变化前甲罐气体质量为 m，变化后质量为 m'

由（i）可得 $p' = \frac{2}{3}p$　代入①式得 $V_{甲} = \frac{3}{2}V$

又因为 $\frac{m}{\frac{3V}{2}} = \frac{m'}{V}$　　因此 $\frac{m'}{m} = \frac{2}{3}$

34.[物理—选修 3–4]（15 分）

（1）（5.00 分）在下列现象中，可以用多普勒效应解释的有_____。（填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分）

A.雷雨天看到闪电后，稍过一会儿才能听到雷声

B.超声波被血管中的血流反射后，探测器接收到的超声波频率发生变化

C.观察者听到远去的列车发出的汽笛声，音调会变低

D.同一声源发出的声波，在空气和水中传播的速度不同

E.天文学上观察到双星（相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星）光谱随时间的周期性变化

【答案】BCE

【解析】A、由于光速大于声速所以先看见闪电，不属于

B、超声波测血流利用流速不同产生多普勒效应，属于

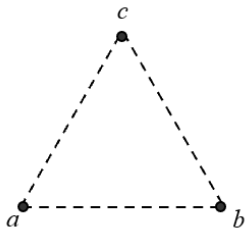
C、远离导致频率降低，属于

D、介质影响波速，不属于

E、双星中远离靠近产生不同多普勒效应，属于

综上：选 BCE

（2）（10.00 分）一振动片以频率 f 做简谐振动时，固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动水面上 a、b 两点，两波源发出的波在水面上形成稳定的干涉图样。c 是水面上的一点，a、b、c 间的距离均为 l，如图所示。已知除 c 点外，在 ac 连线上还有其他振幅极大的点，其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$。求



（i）波的波长；

（ii）波的传播速度。

【答案】（i）$\lambda=\frac{1}{4}l$（ii） $v=\lambda f=\frac{1}{4}fl$

【解析】设另一个振动极大点为 d，

则：$ad=ac-dc=\frac{5}{8}l$

过 b 作 $be\perp ac$，

得：$be=\frac{\sqrt{3}}{2}l$，$de=\frac{1}{8}l$

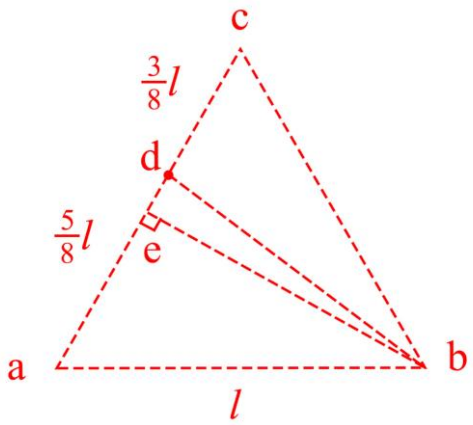
$db=\sqrt{de^2+eb^2}=\frac{7}{8}l$

$db-ad=\frac{7}{8}l-\frac{5}{8}l=\frac{1}{4}l$

由于 $x_1-x_2=n\cdot\frac{\lambda}{2}$，n 为偶数，所以 d 为加强点。

综上得 $\frac{1}{4}l$ 是一个波长

所以：$\lambda=\frac{1}{4}l$，

由：波速 $v=\lambda f$

得 $v=\frac{1}{4}fl$。