## 2021年辽宁省普通高中学业水平等级性考试

## 物理试卷

一、选择题(本题共10小题，共46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，每小题4分；第8～10题有多项符合题目要求，每小题6分，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分．)

1．(2021·辽宁卷·1)1935年5月，红军为突破“围剿”决定强渡大渡河．首支共产党员突击队冒着枪林弹雨依托仅有的一条小木船坚决强突．若河面宽300 m，水流速度3 m/s，木船相对静水速度1 m/s，则突击队渡河所需的最短时间为(　　)

A．75 s B．95 s

C．100 s D．300 s

答案　D

解析　河宽*d*＝300 m一定，当木船船头垂直河岸时，在河宽方向上的速度最大，渡河用时最短，即木船相对静水的速度*v*＝1 m/s，渡河时间最短为*t*min＝＝ s＝300 s．故选D.

2．(2021·辽宁卷·2)赫兹在研究电磁波的实验中偶然发现，接收电路的电极如果受到光照，就更容易产生电火花．此后许多物理学家相继证实了这一现象，即照射到金属表面的光，能使金属中的电子从表面逸出．最初用量子观点对该现象给予合理解释的科学家是(　　)

A．玻尔 B．康普顿

C．爱因斯坦 D．德布罗意

答案　C

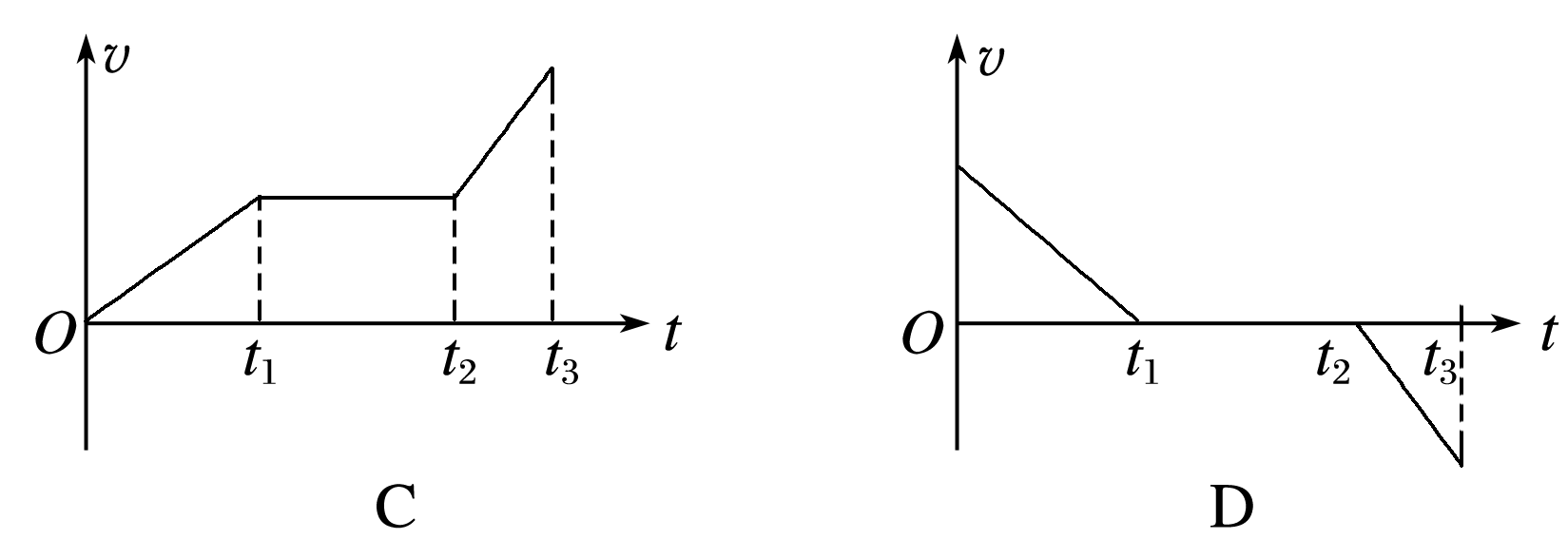
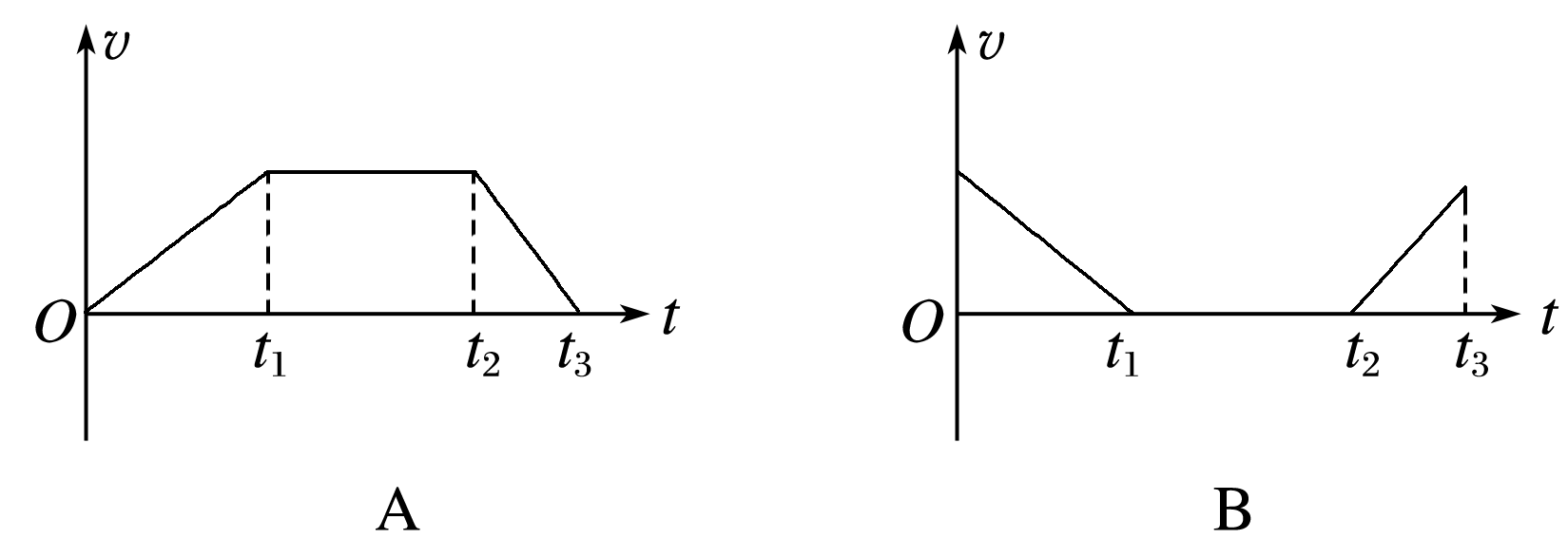
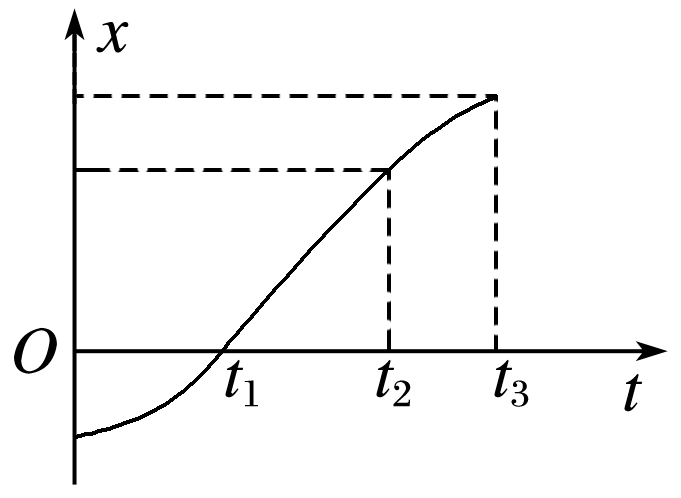
解析　玻尔引入量子化的观念解释了氢原子光谱，与题意不符，A错误；

康普顿提出康普顿效应，发现了光子不仅具有能量，还具有动量，证明了光具有粒子性，与题意不符，B错误；

爱因斯坦提出光子说，从理论上解释了光电效应的实验现象，符合题意，C正确；

德布罗意提出一切物质都具有波粒二象性，与题意不符，D错误．

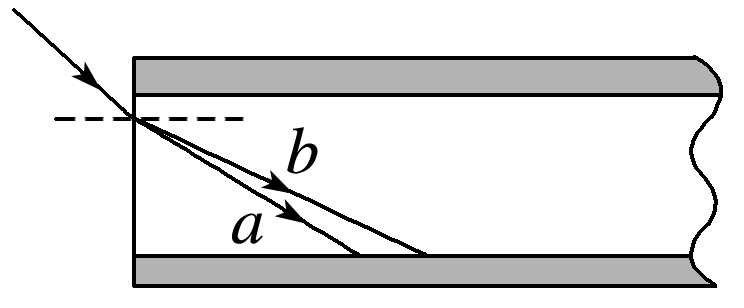
3．(2021·辽宁卷·3)某驾校学员在教练的指导下沿直线路段练习驾驶技术，汽车的位置*x*与时间*t*的关系如图所示，则汽车行驶速度*v*与时间*t*的关系图像可能正确的是(　　)



答案　A

解析　*x*－*t*图像的斜率表示速度，在0～*t*1时间内，斜率增大，汽车的速度增大；在*t*1～*t*2时间内，斜率不变，汽车的速度不变；在*t*2～*t*3时间内，斜率减小，汽车做减速运动，综上所述可知A中*v*－*t*图像可能正确．

4.(2021·辽宁卷·4)一束复色光从空气射入光导纤维后分成*a*、*b*两束单色光，光路如图所示，比较内芯中的*a*、*b*两束光，*a*光的(　　)



A．频率小，发生全反射的临界角小

B．频率大，发生全反射的临界角小

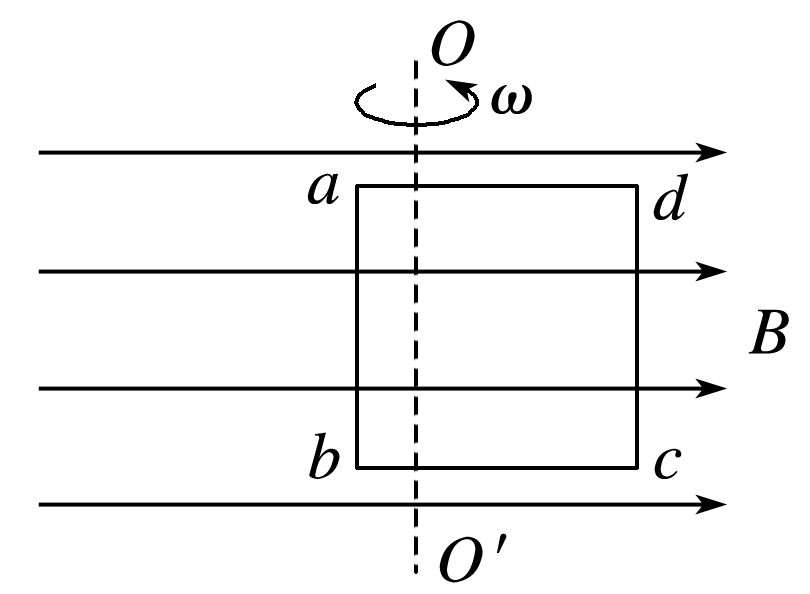
C．频率小，发生全反射的临界角大

D．频率大，发生全反射的临界角大

答案　C

解析　由光路图可知*a*光的偏折程度比*b*光的小，因此*a*光的折射率小，频率小，由sin *C*＝可知，折射率越小发生全反射的临界角越大，故选C.

5．(2021·辽宁卷·5)如图所示，*N*匝正方形闭合金属线圈*abcd*边长为*L*，线圈处于磁感应强度大小为*B*的匀强磁场中，绕着与磁场垂直且与线圈共面的轴*OO*′以角速度*ω*匀速转动，*ab*边距轴.线圈中感应电动势的有效值为(　　)



A．*NBL*2*ω* B.*NBL*2*ω*

C.*NBL*2*ω* D.*NBL*2*ω*

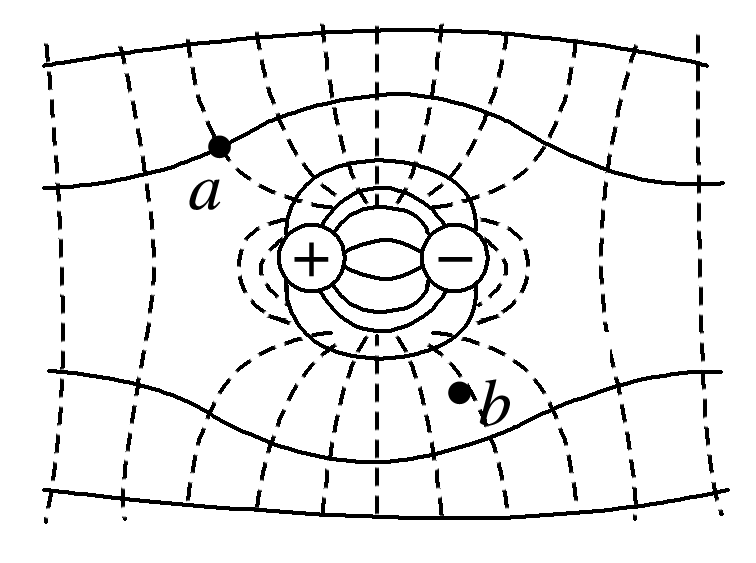
答案　B

解析　交流电的最大值和两条边到转轴的距离无关，为

*E*m＝*NBSω*＝*NBL*2*ω*，

因此有效值为*E*＝＝*NBL*2*ω*，故选B.

6．(2021·辽宁卷·6)等量异号点电荷固定在水平向右的匀强电场中，电场分布如图所示，实线表示电场线，虚线表示等势线．将同一负电荷先后置于*a*、*b*两点，电势能分别为*E*p*a*和*E*p*b*，电荷所受电场力大小分别为*Fa*和*Fb*，则(　　)



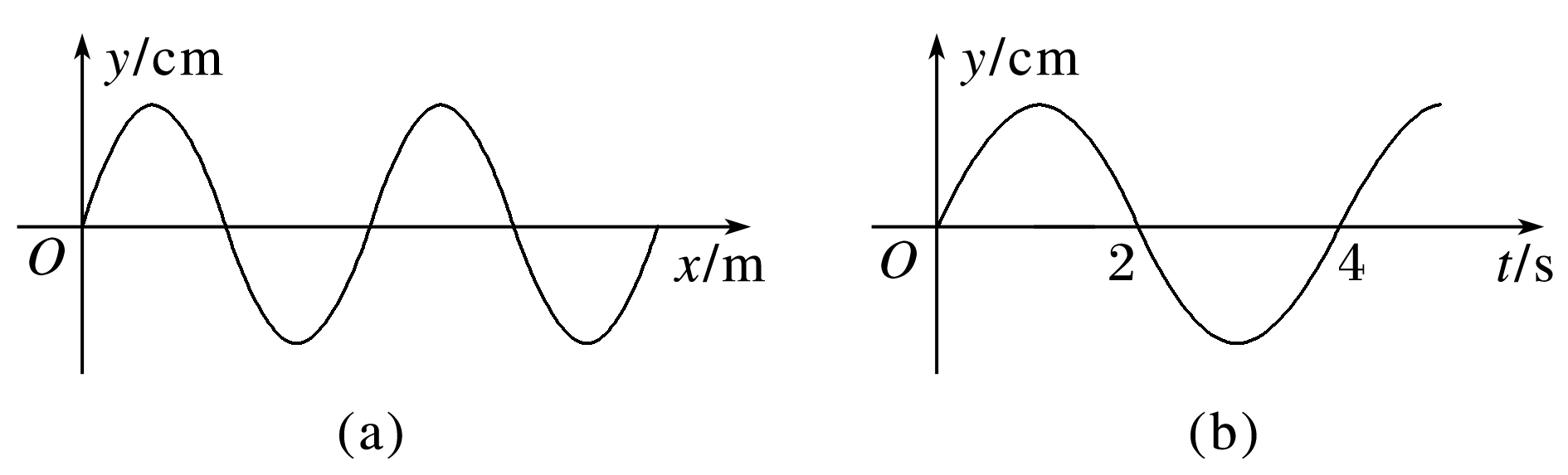
A．*E*p*a*>*E*p*b*，*Fa*>*Fb* B．*E*p*a*>*E*p*b*，*Fa*<*Fb*

C．*E*p*a*<*E*p*b*，*Fa*>*Fb* D．*E*p*a*<*E*p*b*，*Fa*<*Fb*

答案　D

解析　电场线的疏密程度表示场强的大小，因此*Fa*<*Fb*，原匀强电场水平向右，正、负电荷的电场线由正电荷指向负电荷，因此可知图中的电场线方向为从左指向右，因此由对称性可知*b*点电势小于*a*点电势，由*E*p＝*qφ*可知*E*p*b*>*E*p*a*，故选D.

7．(2021·辽宁卷·7)一列沿*x*轴负方向传播的简谐横波，*t*＝2 s时的波形如图(a)所示，*x*＝2 m处质点的振动图像如图(b)所示，则波速可能是(　　)



A. m/s B. m/s

C. m/s D. m/s

答案　A

解析　根据题图(b)可知，*t*＝2 s时*x*＝2 m处的质点正经过平衡位置向下振动；又因为该波沿*x*轴负方向传播，结合题图(a)，利用“上下坡”法可知*x*＝2 m为半波长的奇数倍，即有(2*n*－1)＝2 m(*n*＝1,2,3…)

由题图(b)可知该波的周期为*T*＝4 s；

所以该波的波速为*v*＝＝(*n*＝1,2,3…)

当*n*＝3时，可得波速为*v*＝ m/s

故选A.

8．(2021·辽宁卷·8)2021年2月，我国首个火星探测器“天问一号”实现了对火星的环绕．若已知该探测器在近火星圆轨道与在近地球圆轨道运行的速率比和周期比，则可求出火星与地球的(　　)

A．半径比 B．质量比

C．自转角速度比 D．公转轨道半径比

答案　AB

解析　探测器在近火星圆轨道和近地球圆轨道做圆周运动，根据*v*＝，

可知*r*＝，

若已知探测器在近火星轨道和近地球轨道的速率比和周期比，则可求得探测器的运行半径比，又由于探测器在近火星圆轨道和近地球圆轨道运行，轨道半径比近似等于火星和地球的半径比，故A正确；

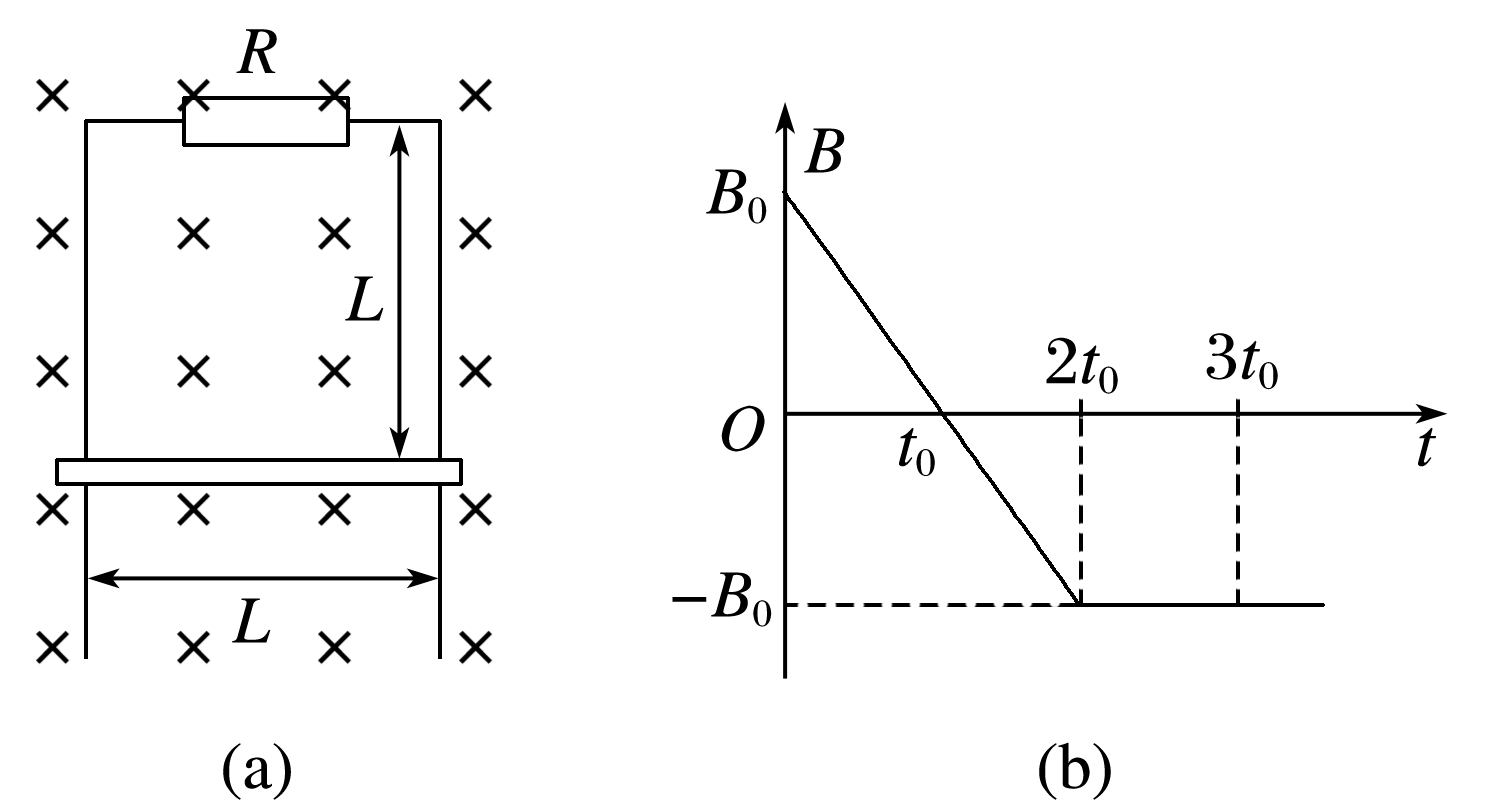
根据万有引力提供向心力有*G*＝*m*，

可得*M*＝，

结合A选项分析可知，可以求得火星和地球的质量之比，故B正确；

由于探测器运行的周期之比不是火星与地球的自转周期之比，故不能求得火星和地球的自转角速度之比，故C错误；根据现有条件不能求出火星和地球的公转半径之比，故D错误．

9．(2021·辽宁卷·9)如图(a)所示，两根间距为*L*、足够长的光滑平行金属导轨竖直放置并固定，顶端接有阻值为*R*的电阻，垂直导轨平面存在变化规律如图(b)所示的匀强磁场，*t*＝0时磁场方向垂直纸面向里．在*t*＝0到*t*＝2*t*0的时间内，金属棒水平固定在距导轨顶端*L*处；*t*＝2*t*0时，释放金属棒．整个过程中金属棒与导轨接触良好，导轨与金属棒的电阻不计，则(　　)



A．在*t*＝时，金属棒受到安培力的大小为

B．在*t*＝*t*0时，金属棒中电流的大小为

C．在*t*＝时，金属棒受到安培力的方向竖直向上

D．在*t*＝3*t*0时，金属棒中电流的方向向右

答案　BC

解析　由题图(b)可知在0～*t*0时间段内闭合回路产生的感应电动势为*E*＝＝，

根据闭合电路欧姆定律有，此时间段内的电流为

*I*＝＝，

在时磁感应强度大小为，

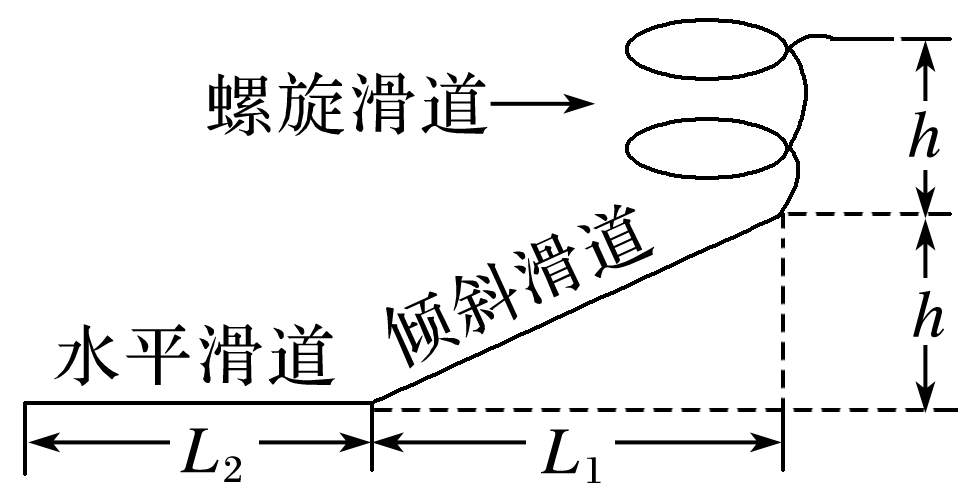
此时安培力大小为*F*＝*IL*＝，

故A错误，B正确；

由题图(b)可知，在*t*＝时，磁场方向垂直纸面向外并逐渐增大，根据楞次定律可知产生顺时针方向的电流，再由左手定则可知金属棒受到的安培力方向竖直向上，故C正确；

由题图(b)可知，在*t*＝3*t*0时，磁场方向垂直纸面向外，金属棒向下掉的过程中穿过回路的磁通量增加，根据楞次定律可知金属棒中的感应电流方向向左，故D错误．

10．(2021·辽宁卷·10)冰滑梯是东北地区体验冰雪运动乐趣的设施之一．某冰滑梯的示意图如图所示，螺旋滑道的摩擦可忽略，倾斜滑道和水平滑道与同一滑板间的动摩擦因数*μ*相同，因滑板不同*μ*满足*μ*0≤*μ*≤1.2*μ*0.在设计滑梯时，要确保所有游客在倾斜滑道上均减速下滑，且滑行结束时停在水平滑道上，以下*L*1、*L*2的组合符合设计要求的是(　　)



A．*L*1＝，*L*2＝ B．*L*1＝，*L*2＝

C．*L*1＝，*L*2＝ D．*L*1＝，*L*2＝

答案　CD

解析　设倾斜滑道倾角为*θ*，游客在倾斜滑道上均减速下滑，则需满足*mg*sin *θ*<*μmg*cos *θ*

可得*μ*>tan *θ*＝

即有*L*1>

因*μ*0≤*μ*≤1.2*μ*0，所有游客在倾斜滑道上均减速下滑，

可得*L*1>

滑行结束时停在水平滑道上，对全程由动能定理有

*mg*·2*h*－*μmg*cos *θ*·－*μmgx*＝0－0

其中0<*x*≤*L*2，可得

*L*1<，*L*1＋*L*2≥

代入*μ*0≤*μ*≤1.2*μ*0，可得

*L*1<，*L*1＋*L*2≥

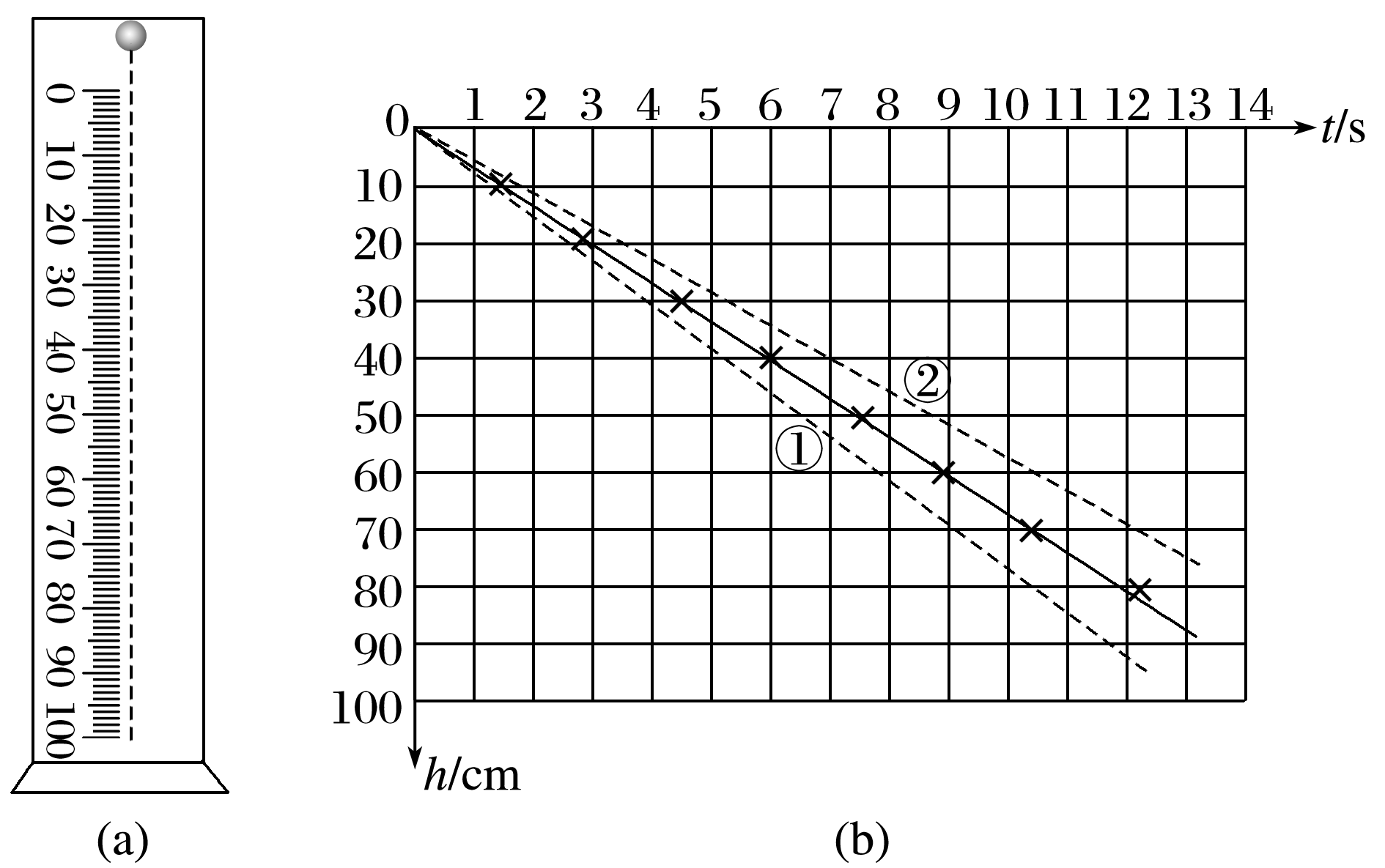
综合需满足

<*L*1<和*L*1＋*L*2≥

故选C、D.

二、非选择题(本题共5小题，共54分)

11．(2021·辽宁卷·11)某同学阅读教材中的“科学漫步”栏目，对“流体的阻力(*f*)跟物体相对于流体的速度(*v*)有关”这一说法产生了兴趣，通过查阅资料得知：对于球形物体，二者间存在定量关系*f*＝*kv*，*k*为比例系数．该同学为探究这一关系，利用如图(a)所示装置测量*k*.具体操作如下：在柱状玻璃容器中注入某透明液体，将小球在液面处由静止释放，当小球运动到0刻度线处开始计时，每下落10 cm记录一次时间，得到多组下落高度*h*与时间*t*的数据，作出*h*－*t*图像如图(b)中实线所示．



(1)由*h*－*t*图像可知，从计时开始小球近似做\_\_\_\_\_\_\_\_运动．

(2)已知液体密度*ρ*＝8.0×102 kg/m3，小球体积*V*＝5.0×10－10 m3、质量*m*＝4.0×10－6 kg，结合*h*－*t*图像可得*k*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ kg/s(浮力不能忽略，取重力加速度*g*＝9.8 m/s2)．

(3)若再用一个体积相同、密度较大的球，重复上述实验，所得*h*－*t*图像也是一条直线，则该直线可能是图(b)中的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_虚线．

答案　(1)匀速直线　(2)5.292×10－4　(3)①

解析　(1)根据*h*－*t*图像可知，下落的距离随时间均匀变化，所以小球近似做匀速直线运动

(2)根据*h*－*t*图像可知小球下落的速度为

*v*＝＝ m/s

小球下落过程中受到竖直向下的重力，竖直向上的浮力和阻力，小球做匀速直线运动，受力平衡，

则*mg*＝*kv*＋*ρgV*

式中*ρgV*表示液体对小球的浮力，代入数据可得比例系数

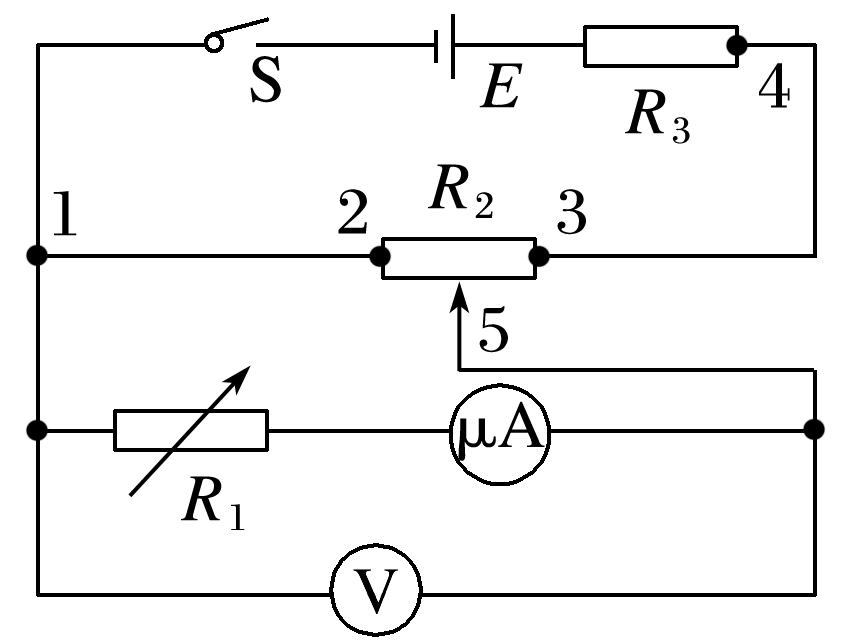
*k*＝

＝ kg/s

＝5.292×10－4 kg/s

(3)若选择一个密度更大、体积相同的小球，浮力*ρgV*不变，根据*m*＝*ρV*可知小球的质量增大，根据*mg*＝*kv*＋*ρgV*可知小球的速度增大，所以在相同的时间内小球下落的高度增大，所以该直线可能是题图(b)中的①虚线．

12．(2021·辽宁卷·12)某同学将一量程为250 μA的微安表改装成量程为1.5 V的电压表．先将电阻箱*R*1与该微安表串联进行改装，然后选用合适的电源*E*、滑动变阻器*R*2、定值电阻*R*3、开关S和标准电压表对改装后的电表进行检测，设计电路如图所示．



(1)微安表铭牌标示内阻为0.8 kΩ，据此计算*R*1的阻值应为\_\_\_\_\_\_\_\_ kΩ.按照电路图连接电路，并将*R*1调为该阻值．

(2)开关闭合前，*R*2的滑片应移动到\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_端．

(3)开关闭合后，调节*R*2的滑片位置，微安表有示数，但变化不显著，故障原因可能是\_\_\_\_\_\_\_\_．(填选项前的字母)

A．1、2间断路

B．3、4间断路

C．3、5间短路

(4)排除故障后，调节*R*2的滑片位置，当标准电压表的示数为0.60 V时，微安表的示数为98 μA，此时需要\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(填“增大”或“减小”)*R*1的阻值，以使改装电表的量程达到预期值．

答案　(1)5.2　(2)2　(3)AC　(4)减小

解析　(1)微安表的内阻*R*g＝0.8 kΩ，

满偏电流*I*g＝250 μA＝250×10－6 A，

串联*R*1后改装为*U*＝1.5 V的电压表，

所以满足*I*g(*R*g＋*R*1)＝*U*

代入数据解得

*R*1＝－*R*g＝ Ω－0.8 kΩ＝6 kΩ－0.8 kΩ＝5.2 kΩ

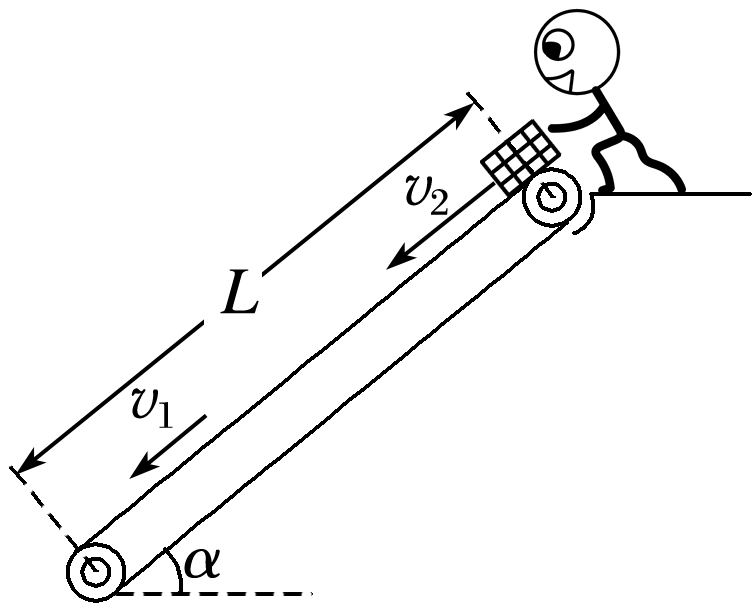
(2)开关闭合前，将滑动变阻器*R*2的滑片移动到2端，这样测量电路部分的分压为0，便于检测改装后的电表．

(3)开关闭合，调节滑动变阻器*R*2，电表示数变化不明显，说明分压电路未起作用，可能是1、2间断路或者3、5间短路，整个电路变为限流线路，滑动变阻器的阻值远小于检测电表的电路部分的电阻，所以微安表示数变化不明显；若是3、4间断路，电路断开，微安表无示数．故选A、C.

(4)标准电压表的示数为0.60 V，若改装电压表也为0.60 V，

此时微安表的示数为*I*＝＝＝100 μA，但此时微安表示数为98 μA，说明*R*1的阻值偏大，所以应该减小*R*1的阻值．

13.(2021·辽宁卷·13)机场地勤工作人员利用传送带从飞机上卸行李．如图所示，以恒定速率*v*1＝0.6 m/s运行的传送带与水平面间的夹角*α*＝37°，转轴间距*L*＝3.95 m．工作人员沿传送方向以速度*v*2＝1.6 m/s从传送带顶端推下一件小包裹(可视为质点)．小包裹与传送带间的动摩擦因数*μ*＝0.8.取重力加速度*g*＝10 m/s2，sin 37°＝0.6，cos 37°＝0.8.求：



(1)小包裹相对传送带滑动时加速度的大小*a*；

(2)小包裹通过传送带所需的时间*t*.

答案　(1)0.4 m/s2　(2)4.5 s

解析　(1)小包裹的初速度*v*2大于传送带的速度*v*1，所以开始时小包裹受到的传送带的摩擦力沿传送带向上，因为小包裹所受滑动摩擦力大于重力沿传送带方向上的分力，即*μmg*cos *θ*>*mg*sin *θ*，所以小包裹与传送带共速后做匀速直线运动至传送带底端，根据牛顿第二定律可知*μmg*cos *θ*－*mg*sin *θ*＝*ma*

解得*a*＝0.4 m/s2

(2)根据(1)可知小包裹开始阶段在传送带上做匀减速直线运动，

用时*t*1＝＝ s＝2.5 s

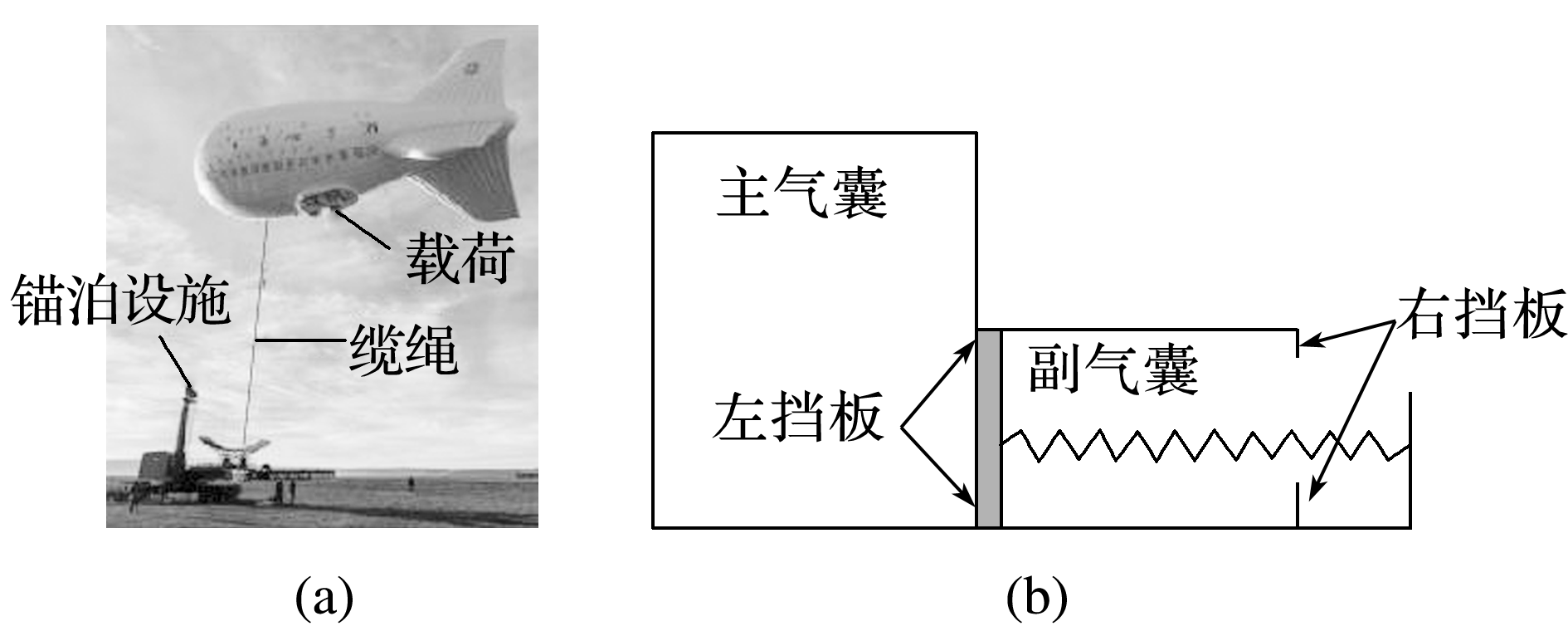
在传送带上滑动的距离为

*x*1＝*t*1＝×2.5 m＝2.75 m

共速后，匀速运动的时间为*t*2＝＝ s＝2 s

所以小包裹通过传送带所需的时间为*t*＝*t*1＋*t*2＝4.5 s.

14．(2021·辽宁卷·14)如图(a)所示，“系留气球”是一种用缆绳固定于地面、高度可控的氦气球，作为一种长期留空平台，具有广泛用途．图(b)为某一“系留气球”的简化模型图；主、副气囊通过无漏气、无摩擦的活塞分隔，主气囊内封闭有一定质量的氦气(可视为理想气体)，副气囊与大气连通．轻弹簧右端固定、左端与活塞连接．当气球在地面达到平衡时，活塞与左挡板刚好接触，弹簧处于原长状态．在气球升空过程中，大气压强逐渐减小，弹簧被缓慢压缩．当气球上升至目标高度时，活塞与右挡板刚好接触，氦气体积变为地面时的1.5倍，此时活塞两侧气体压强差为地面大气压强的.已知地面大气压强*p*0＝1.0×105 Pa、温度*T*0＝300 K，弹簧始终处于弹性限度内，活塞厚度忽略不计．



(1)设气球升空过程中氦气温度不变，求目标高度处的大气压强*p*；

(2)气球在目标高度处驻留期间，设该处大气压强不变．气球内外温度达到平衡时，弹簧压缩量为左、右挡板间距离的.求气球驻留处的大气温度*T*.

答案　(1)5×104 Pa　(2)266 K

解析　(1)氦气温度不变，则发生的是等温变化，设氦气在目标位置的压强为*p*1，

由玻意耳定律得*p*0*V*0＝*p*1·1.5*V*0

解得*p*1＝*p*0

由目标处的内外压强差可得*p*1－*p*＝*p*0

解得*p*＝*p*0＝5×104 Pa

(2)由胡克定律*F*＝*kx*可知弹簧的压缩量变为原来的，则活塞受到弹簧的压强也变为原来的，即*px*＝*p*0×＝*p*0

设此时氦气的压强为*p*2，活塞两侧压强相等，

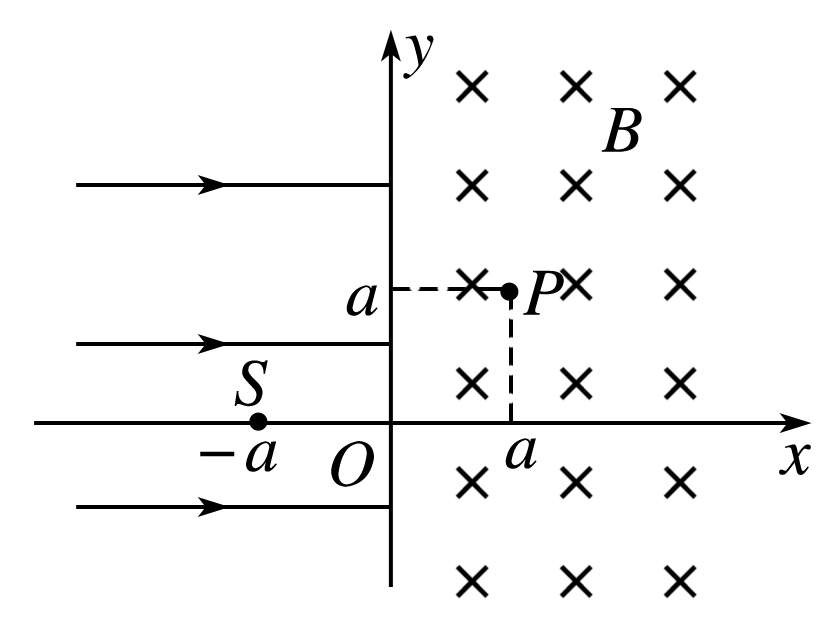
可得*p*2＝*px*＋*p*＝*p*0

由理想气体状态方程可得＝

其中*V*2＝*V*0＋0.5*V*0×＝*V*0

解得*T*＝*T*0＝266 K.

15.(2021·辽宁卷·15)如图所示，在*x*>0区域内存在垂直纸面向里、磁感应强度大小为*B*的匀强磁场；在*x*<0区域内存在沿*x*轴正方向的匀强电场．质量为*m*、电荷量为*q*(*q*>0)的粒子甲从点*S*(－*a,*0)由静止释放，进入磁场区域后，与静止在点*P*(*a*，*a*)、质量为的中性粒子乙发生弹性正碰，且有一半电荷量转移给粒子乙．(不计粒子重力及碰撞后粒子间的相互作用，忽略电场、磁场变化引起的效应)



(1)求电场强度的大小*E*；

(2)若两粒子碰撞后，立即撤去电场，同时在*x*≤0区域内加上与*x*>0区域内相同的磁场，求从两粒子碰撞到下次相遇的时间Δ*t*；

(3)若两粒子碰撞后，粒子乙首次离开第一象限时，撤去电场和磁场，经一段时间后，在全部区域内加上与原*x*>0区域相同的磁场，此后两粒子的轨迹恰好不相交，求这段时间内粒子甲运动的距离*L*.

答案　(1)　(2)　(3)*a*

解析　(1)粒子甲做匀速圆周运动过*P*点，则在磁场中运动轨迹半径*R*＝*a*，

由*qBv*＝得*v*＝

粒子从*S*到*O*，由动能定理有*qEa*＝*mv*2

可得*E*＝

(2)甲、乙粒子在*P*点发生弹性碰撞，设碰后速度为*v*1、*v*2，取向上为正，

则有*mv*＝*mv*1＋*mv*2

*mv*2＝*mv*12＋×*mv*22

计算可得*v*1＝*v*＝，

*v*2＝*v*＝

两粒子碰后在磁场中运动

*qBv*1＝，*qBv*2＝

解得*R*1＝*a*，*R*2＝*a*

两粒子在磁场中一直做轨迹相同的匀速圆周运动，周期分别为

*T*1＝＝，

*T*2＝＝

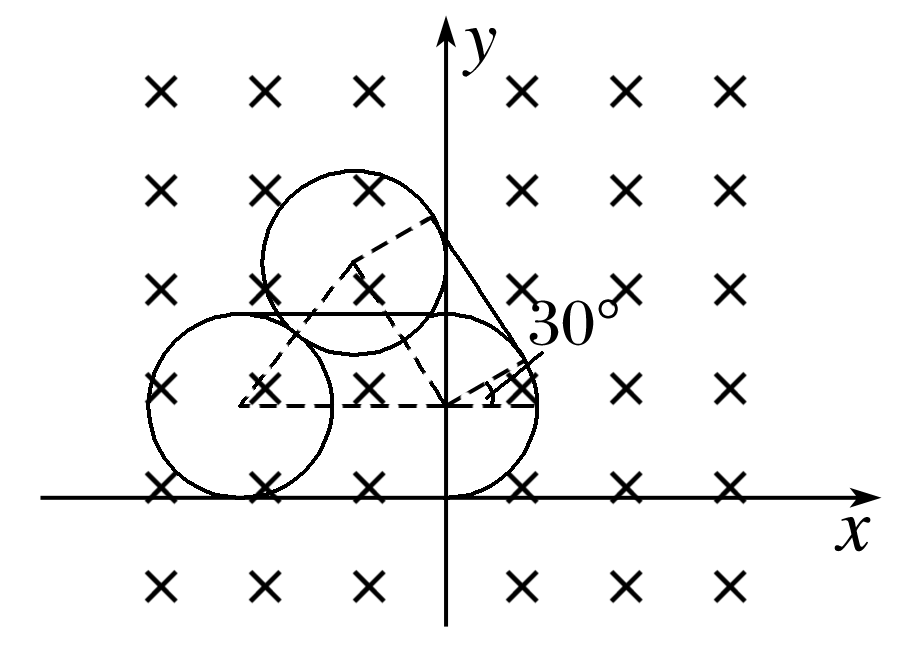
则两粒子碰后再次相遇时满足：Δ*t*＝Δ*t*＋2π

解得再次相遇的时间Δ*t*＝

(3)粒子乙出第一象限时粒子甲在磁场中偏转角度为

*θ*＝·＝

撤去电场、磁场后，两粒子做匀速直线运动，乙粒子运动一段时间后，在整个区域加上相同的磁场，粒子在磁场中仍做半径为*a*的匀速圆周运动，要求轨迹恰好不相切，则如图所示



设撤去电场、磁场到加磁场粒子乙运动了时间*t*′，

由余弦定理可得

cos 60°＝，

又*v*1*t*′＝*v*2*t*′

则从撤去电场、磁场到加磁场这段时间内粒子甲运动的位移*L*＝*v*1*t*′＝*a*.