

专题 04 牛顿运动定律

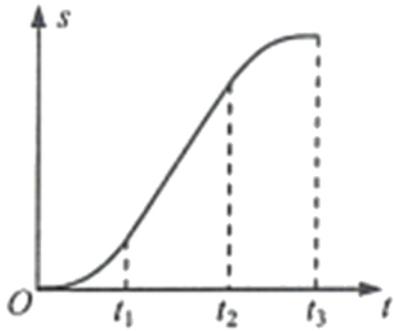
1. (2020·江苏卷) 中欧班列在欧亚大陆开辟了“生命之路”，为国际抗疫贡献了中国力量。某运送防疫物资的班列由 40 节质量相等的车厢组成，在车头牵引下，列车沿平直轨道匀加速行驶时，第 2 节对第 3 节车厢的牵引力为 F 。若每节车厢所受摩擦力、空气阻力均相等，则倒数第 3 节对倒数第 2 节车厢的牵引力为 ()

- A. F B. $\frac{19F}{20}$ C. $\frac{F}{19}$ D. $\frac{F}{20}$

【答案】C

【解析】根据题意可知第 2 节车厢对第 3 节车厢的牵引力为 F ，因为每节车厢质量相等，阻力相同，故第 2 节对第 3 节车厢根据牛顿第二定律有 $F - 38f = 38ma$ ，设倒数第 3 节车厢对倒数第 2 节车厢的牵引力为 F_1 ，则根据牛顿第二定律有 $F_1 - 2f = 2ma$ ，联立解得 $F_1 = \frac{F}{19}$ 。故选 C。

2. (2020·山东卷) 一质量为 m 的乘客乘坐竖直电梯下楼，其位移 s 与时间 t 的关系图像如图所示。乘客所受支持力的大小用 F_N 表示，速度大小用 v 表示。重力加速度大小为 g 。以下判断正确的是 ()



A. $0 \sim t_1$ 时间内, v 增大, $F_N > mg$

B. $t_1 \sim t_2$ 时间内, v 减小, $F_N < mg$

C. $t_2 \sim t_3$ 时间内, v 增大, $F_N < mg$

D. $t_2 \sim t_3$ 时间内, v 减小, $F_N > mg$

【答案】D

【解析】A. 由于 $s-t$ 图像的斜率表示速度, 可知在 $0 \sim t_1$ 时间内速度增加, 即乘客的加速度向下, 处于失重状态, 则 $F_N < mg$, 选项 A 错误; B. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内速度不变, 即乘客的匀速下降, 则 $F_N = mg$, 选项 B 错误; CD. 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内速度减小, 即乘客的减速下降, 超重, 则 $F_N > mg$, 选项 C 错误, D 正确; 故选 D。

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 04 牛顿运动定律的应用

选择题

1.(2019·海南卷·T5)如图, 两物块 P 、 Q 置于水平地面上, 其质量分别为 m 、 $2m$, 两者之间用水平轻绳连接。两物块与地面之间的动摩擦因数均为 μ , 重力加速度大小为 g , 现对 Q 施加一水平向右的拉力 F , 使两物块做匀加速直线运动, 轻绳的张力大小为



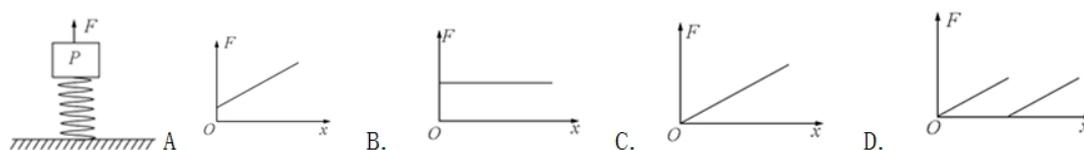
- A. $F - 2\mu mg$ B. $\frac{1}{3}F + \mu mg$ C. $\frac{1}{3}F - \mu mg$ D. $\frac{1}{3}F$

【答案】D

【解析】

根据牛顿第二定律，对 PQ 的整体： $F - \mu \cdot 3mg = 3ma$ ；对物体 P： $T - \mu mg = ma$ ；解得 $T = \frac{1}{3}F$ ，故选 D.

2.(2018·新课标 I 卷)如图，轻弹簧的下端固定在水平桌面上，上端放有物块 P，系统处于静止状态，现用一竖直向上的力 F 作用在 P 上，使其向上做匀加速直线运动，以 x 表示 P 离开静止位置的位移，在弹簧恢复原长前，下列表示 F 和 x 之间关系的图像可能正确的是



【答案】A

【解析】本题考查牛顿运动定律、匀变速直线运动规律、力随位移变化的图线及其相关的知识点。

由牛顿运动定律， $F - mg + F_{\text{弹}} = ma$ ， $F_{\text{弹}} = k(x_0 - x)$ ， $kx_0 = mg$ ，联立解得 $F = ma + kx$ ，对比题给的四个图象，可能正确的是 A。

3.(2012·海南卷)根据牛顿第二定律，下列叙述正确的是

- A.物体加速度的大小跟它的质量和速度大小的乘积成反比
- B.物体所受合力必须达到一定值时，才能使物体产生加速度
- C.物体加速度的大小跟它所受作用力中任一个的大小成正比

D.当物体质量改变但其所受合力的水平分力不变时，物体水平加速度大小与其质量成反比

【答案】D

【解析】根据牛顿第二定律得知：物体加速度的大小跟质量成反比，与速度无关，故 A 错误；

力是产生加速度的原因，只要有力，就产生加速度，力与加速度是瞬时对应的关系，故 B 错误；

物体加速度的大小跟物体所受的合外力成正比，而不是跟它的所受作用力中的任一个的大小成正比，故 C 错误；

当物体质量改变但其所受合力的水平分力不变时，根据牛顿第二定律 $F=ma$ 可知，物体水平加速度大小与其质量成反比。故 D 正确。故选 D

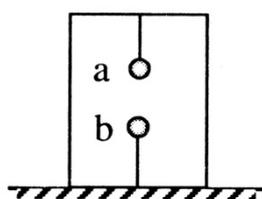
4.(2014·北京卷)应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使物理学习更加有趣和深入，例如平伸手掌托起物体，由静止开始竖直向上运动，直至将物体抛出。对此现象分析正确的是

- A.受托物体向上运动的过程中，物体始终处于超重状态
- B.受托物体向上运动的过程中，物体始终处于失重状态
- C.在物体离开手的瞬间，物体的加速度大于重力加速度
- D.在物体离开手的瞬间，手的加速度大于重力加速度

【答案】D

【解析】受托物体向上运动，开始阶段一定先向上加速，加速度向上，物体处于超重状态，但后面的运动是不确定的，可以是加速的，减速的，也可以是匀速的，不一定处于超重状态，A、B 均错误；物体离开手的瞬间或之后，物体的加速度等于重力加速度，C 错误；在物体离开手的瞬间，手的速度变化一定比物体快，所以其加速度一定大于物体的加速度，即大于重力加速度，D 正确。

5.(2011·上海卷)如图，在水平面上的箱子内，带异种电荷的小球a、b用绝缘细线分别系于上、下两边，处于静止状态。地面受到的压力为N，球b所受细线的拉力为F。剪断连接球b的细线后，在球b上升过程中地面受到的压力

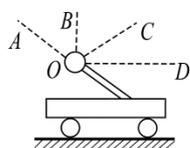


- A.小于N B.等于N C.等于N+F D.大于N+F

【答案】D

【解析】以箱子和 a 合在一起为研究对象，设其质量为 M，剪断连接球 b 的细线前，则 $N = Mg - F + F_c$ ，其中 F_c 表示 b 对 a 的库仑力，也即为 b 对 a 和箱子整体的库仑力；剪断连接球 b 的细线后，则 $N' = Mg + F_c'$ ，又由于在球 b 上升过程中库仑力变大(距离变近)，所以 $N' > N + F$ ，所以 D 正确；

6.(2016·上海卷)如图，顶端固定着小球的直杆固定在小车上，当小车向右做匀加速运动时，球所受合外力的方向沿图中的



A.OA 方向

B.OB 方向

C.OC 方向

D.OD 方向

【答案】D

【解析】据题意可知，小车向右做匀加速直线运动，由于球固定在杆上，而杆固定在小车上，则三者属于同一整体，根据整体法和隔离法的关系分析可知，球和小车的加速度相同，所以球的加速度也应该向右，故选项 D 正确。

7.(2012·新课标全国卷)伽利略根据小球在斜面上运动的实验和理想实验，提出了惯性的概念，从而奠定了牛顿力学的基础。早期物理学家关于惯性有下列说法，其中正确的是

A.物体抵抗运动状态变化的性质是惯性

B.没有力作用，物体只能处于静止状态

C.行星在圆周轨道上保持匀速率运动的性质是惯性

D.运动物体如果没有受到力的作用，将继续以同一速度沿同一直线运动

【答案】AD

【解析】任何物体都有保持原来运动状态的性质，叫着惯性，所以物体抵抗运动状态变化的性质是惯性，故 A 正确；

没有力作用，物体可以做匀速直线运动，故 B 错误；

惯性是保持原来运动状态的性质，圆周运动速度是改变的，故 C 错误；

运动的物体在不受力时，将保持匀速直线运动，故 D 正确；故选 AD。

8.(2016·全国新课标卷 I)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

【答案】BC

【解析】因为原来质点做匀速直线运动, 合外力为 0, 现在施加一恒力, 质点所受的合力就是这个恒力, 所以质点可能做匀变速直线运动, 也有可能做匀变速曲线运动, 这个过程中加速度不变, 速度的变化率不变。但若做匀变速曲线运动, 单位时间内速率的变化量是变化的。故 C 正确, D 错误。若做匀变速曲线运动, 则质点速度的方向不会总是与该恒力的方向相同, 故 A 错误; 不管做匀变速直线运动, 还是做匀变速曲线运动, 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。

9.(2011·山东卷)如图所示, 将两相同的木块 a、b 置于粗糙的水平地面上, 中间用一轻弹簧连接, 两侧用细绳固定于墙壁。开始时 a、b 均静止。弹簧处于伸长状态, 两细绳均有拉力, a 所受摩擦力 $F_{fa} \neq 0$, b 所受摩擦力 $F_{fb} = 0$, 现将右侧细绳剪断, 则剪断瞬间

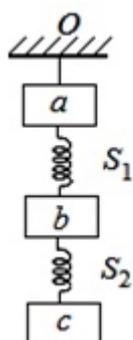


- A. F_{fa} 大小不变
- B. F_{fa} 方向改变
- C. F_{fb} 仍然为零
- D. F_{fb} 方向向右

【答案】AD

【解析】将右侧细绳剪断，则剪断瞬间，弹簧的弹力的大小不变，速度不能突变，故 b 仍静止，弹簧对木块 b 作用力方向向左，所以 b 所受摩擦力 F_{fb} 方向应该向右；由于弹簧弹力不能发生突变，剪断瞬间，弹簧弹力不变，a 的受力的情况不变，所受摩擦力也不变，所以选项 AD 正确。

10.(2015·海南卷·T8)如图所示，物块 a、b 和 c 的质量相同，a 和 b、b 和 c 之间用完全相同的轻弹簧 S_1 和 S_2 相连，通过系在 a 上的细线悬挂于固定点 O；整个系统处于静止状态；现将细绳剪断，将物块 a 的加速度记为 a_1 ， S_1 和 S_2 相对原长的伸长分别为 Δl_1 和 Δl_2 ，重力加速度大小为 g ，在剪断瞬间



A. $a_1=3g$

B. $a_1=0$

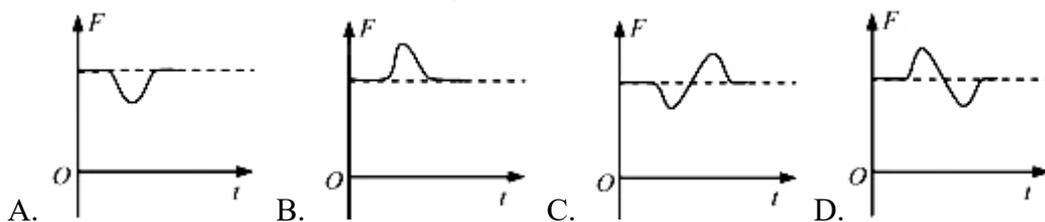
C. $\Delta l_1=2\Delta l_2$

D. $\Delta l_1=\Delta l_2$

【答案】AC

【解析】设物体的质量为 m ，剪断细绳的瞬间，绳子的拉力消失，弹簧还没有来得及改变，所以剪断细绳的瞬间 a 受到重力和弹簧 S_1 的拉力 T_1 ，剪断前对 bc 和弹簧组成的整体分析可知 $T_1 = 2mg$ ，故 a 受到的合力 $F = mg + T_1 = mg + 2mg = 3mg$ ，故加速度 $a_1 = \frac{F}{m} = 3g$ ，A 正确，B 错误；设弹簧 S_2 的拉力为 T_2 ，则 $T_2 = mg$ ，根据胡克定律 $F = k\Delta x$ 可得 $\Delta l_1 = 2\Delta l_2$ ，C 正确，D 错误。

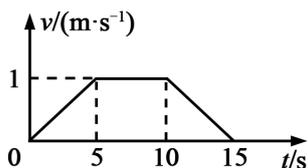
11.(2014·浙江卷)如图所示,小芳在体重计上完成下蹲动作,下列 $F-t$ 图像能反应体重计示数随时间变化的是



【答案】C

【解析】对人的运动过程分析可知,人下蹲的过程可以分成两段:人在加速下蹲的过程中,有向下的加速度,处于失重状态,此时人对传感器的压力小于人的重力的大小;在减速下蹲的过程中,加速度方向向上,处于超重状态,此时人对传感器的压力大于人的重力的大小,故 C 正确, A、B、D 错误。故选 C。

12.(2016·海南卷)沿固定斜面下滑的物体受到与斜面平行向上的拉力 F 的作用,其下滑的速度-时间图线如图所示。已知物体与斜面之间的动摩擦因数为常数,在 $0\sim 5\text{ s}$ 、 $5\sim 10\text{ s}$ 、 $10\sim 15\text{ s}$ 内 F 的大小分别为 F_1 、 F_2 和 F_3 , 则



A. $F_1 < F_2$

B. $F_2 > F_3$

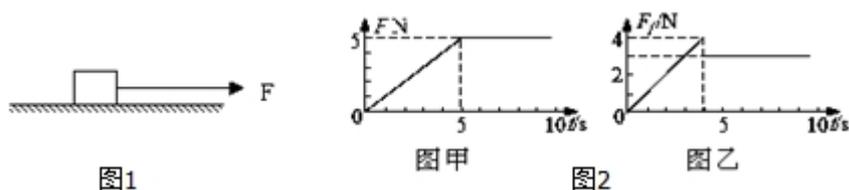
C. $F_1 > F_3$

D. $F_1 = F_3$

【答案】A

【解析】由 $v-t$ 图象可知, $0\sim 5\text{ s}$ 内加速度 $a_1=0.2\text{ m/s}^2$, 沿斜面向下, 根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta - f - F_1=ma_1$, $F_1=mg\sin\theta - f - 0.2m$; $5\sim 10\text{ s}$ 内加速度 $a_2=0$, 根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta - f - F_2=ma_2$, $F_2=mg\sin\theta - f$; $10\sim 15\text{ s}$ 内加速度 $a_3=-0.2\text{ m/s}^2$, 沿斜面向上, 根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta - f - F_3=ma_3$, $F_3=mg\sin\theta - f + 0.2m$ 。故可得: $F_3>F_2>F_1$, 选项 A 正确。

13.(2013·浙江卷)如图所示, 水平板上有质量 $m=1.0\text{ kg}$ 的物块, 受到随时间 t 变化的水平拉力 F 作用, 用力传感器测出相应时刻物块所受摩擦力 F_f 的大小。取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。下列判断正确的是



- A. 5s 内拉力对物块做功为零
- B. 4s 末物块所受合力大小为 4.0N
- C. 物块与木板之间的动摩擦因数为 0.4
- D. 6s-9s 内物块的加速度的大小为 2.0 m/s^2

【答案】D

【解析】根据图像, 最大静摩擦力为 4N。4s 后, 物体受到拉力为 F 大于 4N, 开始运动, 所以 5s 内拉力做功不为零, A 错误;

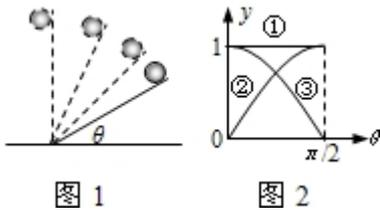
4s 末, 物体所受合力为零, B 错误;

物体所受滑动摩擦力为 $F_f=3\text{N}$ ，质量 $m=1.0\text{kg}$ ，根据滑动摩擦力公式求出物体

与长木板间的动摩擦因数 $\mu = \frac{F - F_f}{mg} = 0.3$ ，C 选项错误；

6-9s 内，物体的加速度 $a = \frac{F - F_f}{m} = 2.0\text{m/s}^2$ ，D 正确。

14.(2013·重庆卷)图 1 为伽利略研究自由落体运动实验的示意图，让小球由倾角为 θ 的光滑斜面滑下，然后在不同的 θ 角条件下进行多次实验，最后推理出自由落体运动是一种匀加速直线运动。分析该实验可知，小球对斜面的压力、小球运动的加速度和重力加速度与各自最大值的比值 y 随 θ 变化的图像分别对应题 4 图 2 中的



- A. ①、②和③ B. ③、②和① C. ②、③和① D. ③、①和②

【答案】B

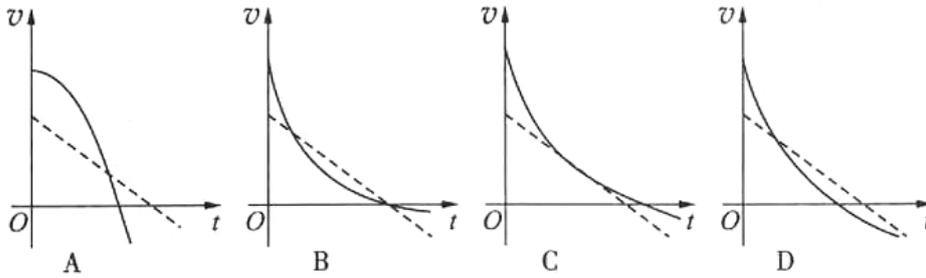
【解析】小球对斜面的压力 $F = mg\cos\theta$ ，该压力的最大值为 $F_{\max} = mg$ ，所以压力与其最大值的比值 $y = \cos\theta$ ，压力的 $y - \theta$ 图象对应图线③；

小球运动的加速度 $a = g\sin\theta$ ，其最大值 $a_{\max} = g$ ，所以该加速度与其最大值的比值 $y = \sin\theta$ ，其 $y - \theta$ 图象对应图线②；

重力加速度 g 始终恒定不变，其对应的 $y=1$ ，所以重力加速度的 $y - \theta$ 图象对应于图线①。

本题答案为 B。

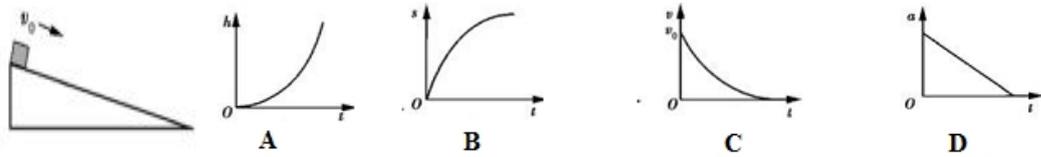
15.(2014·重庆卷)以不同初速度将两个物体同时竖直向上抛出并开始计时，一个物体所受空气阻力可忽略，另一物体所受空气阻力大小与物体速率成正比，下列用虚线和实线描述两物体运动的 $v-t$ 图像可能正确的是



【答案】D

【解析】竖直上抛运动不受空气阻力，做向上匀减速直线运动至最高点再向下自由落体运动， $v-t$ 图象为倾斜向下的直线，四个选项均正确表示；考虑阻力 $f=kv$ 的上抛运动，上升中 $a_{\uparrow} = \frac{mg + kv}{m}$ ，随着 v 减小， a_{\uparrow} 减小，对应 $v-t$ 图象的斜率减小，选项 A 错误。下降中 $a_{\downarrow} = \frac{mg - kv}{m}$ ，随着 v 增大， a_{\downarrow} 继续减小。而在最高点时 $v=0$ ， $a=g$ ，对应 $v-t$ 图与 t 轴的交点，其斜率应该等于 g (此时与竖直上抛的最高点相同的加速度)，即过交点的切线应该与竖直上抛运动的直线平行，只有 D 选项满足。故选 D。

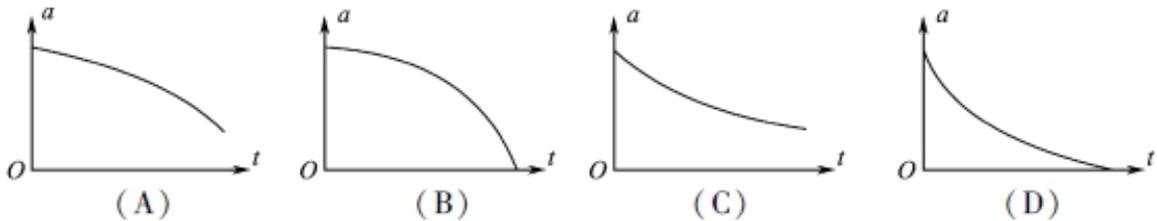
16.(2014·安徽卷)如右图，滑块以初速度 v_0 沿表面粗糙且足够长的固定斜面，从顶端下滑，直至速度为零。对于该运动过程，若用 h 、 s 、 v 、 a 分别表示滑块的下降高度、位移、速度和加速度的大小， t 表示时间，则下列图象最能正确描述这一运动规律的是



【答案】B

【解析】由题意知，在下滑的过程中，根据牛顿第二定律可得： $-mgsin\theta + \mu mgcos\theta = ma$ ，故加速度保持不变，物块做匀减速运动，所以C、D错误；根据匀变速运动的规律 $x = v_0t - \frac{1}{2}at^2$ ，可得B正确；下降的高度 $h = xsin\theta$ ，所以A错误。

17.(2012·江苏卷)将一只皮球竖直向上抛出，皮球运动时受到空气阻力的大小与速度的大小成正比。下列描绘皮球在上升过程中加速度大小 a 与时间 t 关系的图象，可能正确的是



【答案】C

【解析】由 $f = kv$ ， $v = v_0 - at$ ， $ma = f + mg$ 得到 $a = (kv_0 + mg)/(m + kt)$ ，所以 C 正确

解析改为：皮球竖直向上抛出，受到重力和向下的空气阻力，根据牛顿第二定律，有： $mg + f = ma$

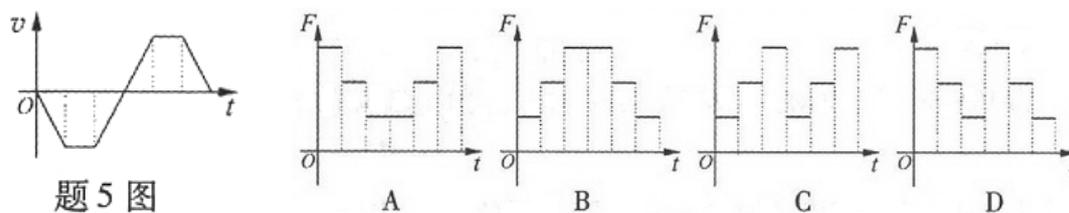
根据题意，空气阻力的大小与速度的大小成正比，有： $f = kv$ ；联立解得： $a = g + \frac{kv}{m}$

由于速度不断减小，故加速度不断减小，到最高点速度为零，阻力为零，加速度为 g ，不为零，故 BD 均错误；

根据 $a = g + \frac{kv}{m}$, 有 $\frac{Va}{Vt} \propto \frac{Vv}{Vt}$, 由于加速度减小, 故 $\frac{Vv}{Vt}$ 也减小, 故 $\frac{Va}{Vt}$ 也减小,

故 $a-t$ 图象的斜率不断减小, 故 A 错误, C 正确;

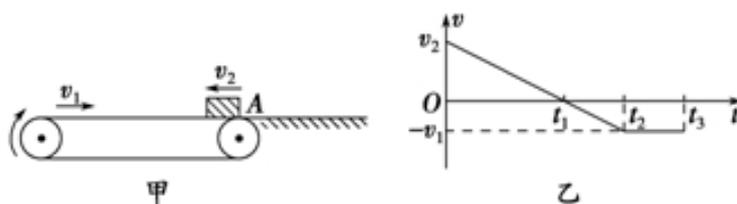
18.(2015·重庆卷·T5)若货物随升降机运动的 $v-t$ 图像如题 5 图所示(竖直向上为正), 则货物受到升降机的支持力 F 与时间 t 关系的图像可能是



【答案】B

【解析】由 $v-t$ 图知:过程①为向下匀加速直线运动(加速度向下, 失重, $F < mg$); 过程②为向下匀速直线(平衡, $F = mg$); 过程③为向下匀减速直线运动(加速度向上, 超重, $F > mg$); 过程④为向上匀加速直线运动(加速度向上, 超重, $F > mg$); 过程⑤为向上匀速直线运动(平衡, $F = mg$); 过程⑥为向上匀减速直线运动(加速度向下, 失重, $F < mg$); 综合各个过程可知 B 选项正确。

19.(2011·福建卷)如图所示, 绷紧的水平传送带始终以恒定速率 v_1 运行.初速度大小为 v_2 的小物块从与传送带等高的光滑水平地面上的 A 处滑上传送带.若从小物块滑上传送带开始计时, 小物块在传送带上运动的 $v-t$ 图象(以地面为参考系)如图乙所示.已知 $v_2 > v_1$, 则

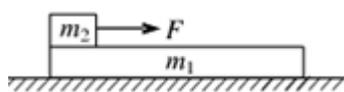


- A. t_2 时刻，小物块离 A 处的距离达到最大
- B. t_2 时刻，小物块相对传送带滑动的距离达到最大
- C. $0 \sim t_2$ 时间内，小物块受到的摩擦力方向先向右后向左
- D. $0 \sim t_3$ 时间内，小物块始终受到大小不变的摩擦力作用

【答案】B

【解析】当小物块速度为零时，小物块离 A 处的距离达到最大，为 t_1 时刻，选项 A 错误； t_2 时刻，小物块相对传送带滑动的距离达到最大，选项 B 正确； $0 \sim t_2$ 时间内，小物块受到的摩擦力方向一直向右，选项 C 错误； $0 \sim t_2$ 时间内，小物块始终受到大小不变的滑动摩擦力作用， $t_2 \sim t_3$ 时间内，由于小物块与传送带速度相同，二者相对静止，小物块不受摩擦力作用，选项 D 错误。

20.(2011·新课标全国卷)如图，在光滑水平面上有一质量为 m_1 的足够长的木板，其上叠放一质量为 m_2 的木块。假定木块和木板之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。现给木块施加一随时间 t 增大的水平力 $F=kt$ (k 是常数)，木板和木块加速度的大小分别为 a_1 和 a_2 ，下列反映 a_1 和 a_2 变化的图线中正确的是



【答案】A

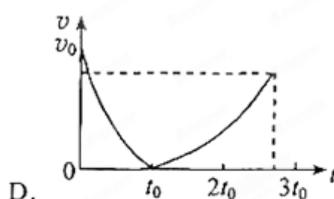
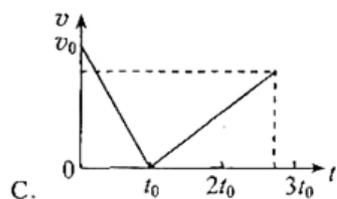
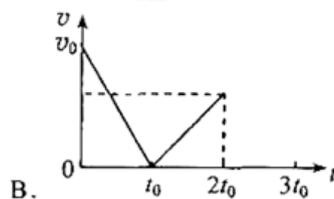
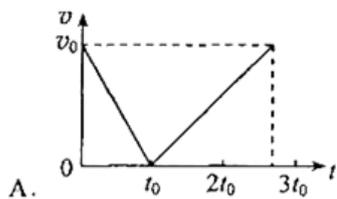
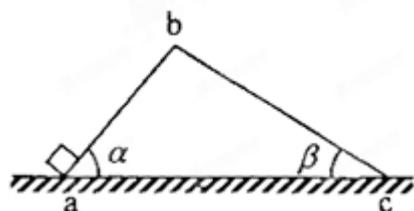
【解析】水平力 F 小于木块和木板之间的最大静摩擦力时，木块和木板以相同的加

速度 $a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{kt}{m_1 + m_2}$ 一起运动，且加速度增大；水平力 F 大于木块和木板

之间的最大静摩擦力后，木板做匀加速运动 $a_1 = \frac{f_{滑}}{m_1} = \frac{f_{静max}}{m_1} = am_{max}$ ，C 错误，木

块做加速度增大的加速运动 $a_2 = \frac{kt - f_{滑}}{m_2} > am_{max}$ ，BD 错误，A 正确。

21.(2012·海南卷)如图，表面处处同样粗糙的楔形木块 abc 固定在水平地面上，ab 面和 bc 面与地面的夹角分别为 α 和 β ，且 $\alpha > \beta$ 。一初速度为 v_0 的小物块沿斜面 ab 向上运动，经时间 t_0 后到达顶点 b 时，速度刚好为零；然后让小物块立即从静止开始沿斜面 bc 下滑。在小物块从 a 运动到 c 的过程中，可能正确描述其速度大小 v 与时间 t 的关系的图像是



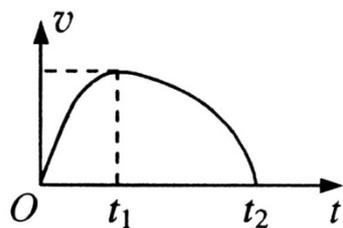
【答案】C

【解析】设物块上滑与下滑的加速度大小分别为 a_1 和 a_2 . 根据牛顿第二定律得：

$$mgsin\alpha + \mu mgcos\alpha = ma_1, \quad mgsin\beta - \mu mgcos\beta = ma_2,$$

得 $a_1 = gsin\alpha + \mu gcos\alpha$, $a_2 = gsin\beta - \mu gcos\beta$, 则知 $a_1 > a_2$, 而 $v-t$ 图象的斜率等于加速度, 所以上滑段图线的斜率大于下滑段图线的斜率。上滑过程的位移大小较小, 而上滑的加速度较大, 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 知, 上滑过程时间较短; 因上滑过程中, 物块做匀减速运动, 下滑过程做匀加速直线运动, 两段图象都是直线; 由于物体克服摩擦力做功, 机械能不断减小, 所以物体到达 c 点的速度小于 v_0 . 故 C 正确, ABD 错误.

22.(2011·上海卷)受水平外力 F 作用的物体, 在粗糙水平面上作直线运动, 其 $v-t$ 图线如图所示, 则

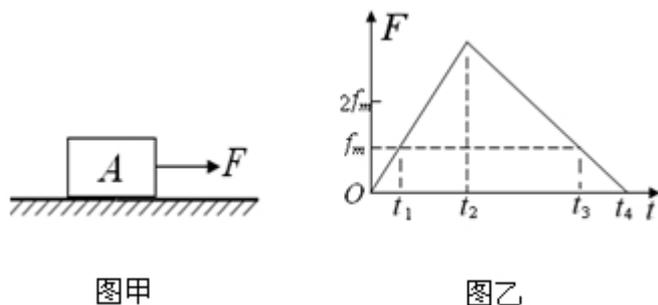


- A. 在 $0 \sim t_1$ 秒内, 外力 F 大小不断增大
- B. 在 t_1 时刻, 外力 F 为零
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 秒内, 外力 F 大小可能不断减小
- D. 在 $t_1 \sim t_2$ 秒内, 外力 F 大小可能先减小后增大

【答案】CD

【解析】根据加速度可以用 $v-t$ 图线的斜率表示，所以在 $0\sim t_1$ 秒内，加速度为正并不断减小，根据加速度 $a = \frac{F - \mu mg}{m}$ ，所以外力 F 大小不断减小，A 错误；在 t_1 时刻，加速度为零，所以外力 F 等于摩擦力，不为零，B 错误；在 $t_1\sim t_2$ 秒内，加速度为负并且不断变大，根据加速度的大小 $a = \frac{\mu mg - F}{m}$ ，外力 F 大小可能不断减小，C 正确；如果在 F 先减小一段时间后的某个时刻， F 的方向突然反向，根据加速度的大小 $a = \frac{\mu mg + F}{m}$ ， F 后增大，因为 $v-t$ 图线后一段的斜率比前一段大，所以外力 F 大小先减小后增大是可能的，故 D 正确。

23.(2012·天津卷)如图甲所示，静止在水平地面的物块 A，受到水平向右的拉力 F 作用， F 与时间 t 的关系如图乙所示，设物块与地面的静摩擦力最大值 f_m 与滑动摩擦力大小相等，则



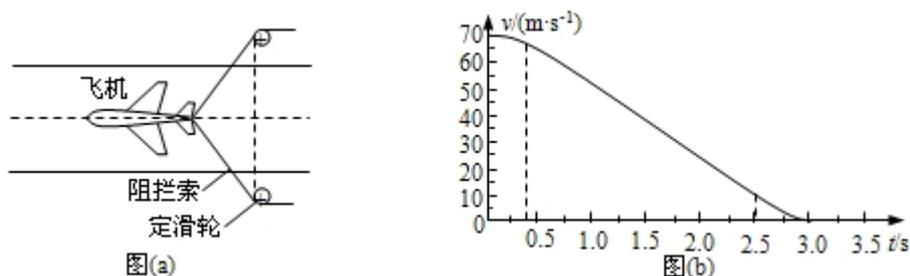
- A. $0\sim t_1$ 时间内 F 的功率逐渐增大
- B. t_2 时刻物块 A 的加速度最大
- C. t_2 时刻后物块 A 做反向运动
- D. t_3 时刻物块 A 的动能最大

【答案】BD

【解析】 $0 \sim t_1$ 时间内 $F < f_m$ ，物体没有运动，A 错误。 t_2 时刻 F 最大，物块 A 所受合力最大，加速度最大，B 错误；

t_2 时刻后 $F > f_m$ ，物体 A 仍做加速运动，运动方向没变。 t_3 时刻后 $F < f_m$ ，物块 A 将做减速运动，所以 t_3 时刻物块 A 的动能最大，D 正确。

24.(2013·新课标全国卷I)2012 年 11 月，“歼 15”舰载机在“辽宁号”航空母舰上着舰成功。图(a)为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图。飞机着舰并成功钩住阻拦索后，飞机的动力系统立即关闭，阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力，使飞机在甲板上短距离滑行后停止，某次降落，以飞机着舰为计时零点，飞机在 $t=0.4\text{s}$ 时恰好钩住阻拦索中间位置，其着舰到停止的速度—时间图线如图(b)所示。假如无阻拦索，飞机从着舰到停止需要的滑行距离约为 1000m 。已知航母始终静止，重力加速度的大小为 g 。则



- A. 从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 $1/10$
- B. 在 $0.4\text{s} - 2.5\text{s}$ 时间内，阻拦索的张力几乎不随时间变化
- C. 在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小会超过 $2.5g$
- D. 在 $0.4\text{s} - 2.5\text{s}$ 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率几乎不变

【答案】AC

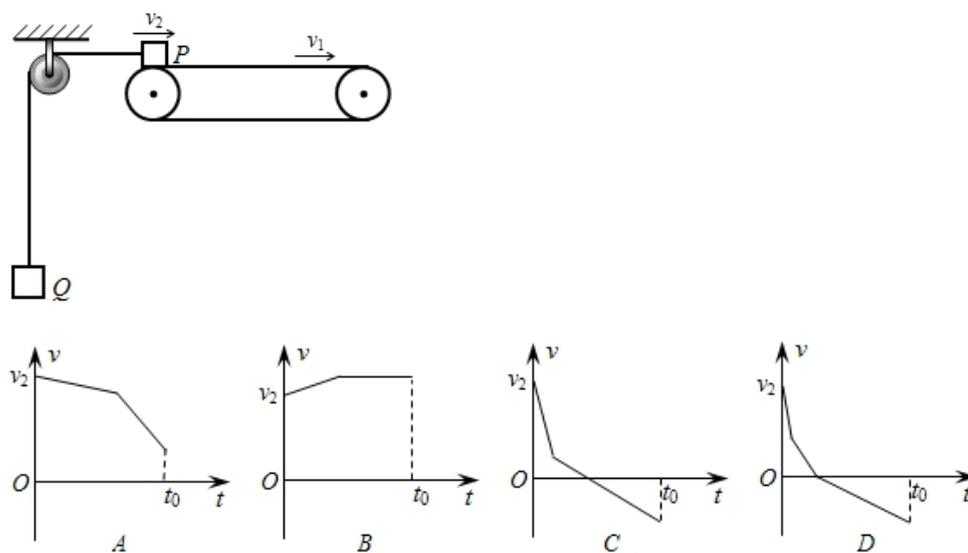
【解析】由图象可知，从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离即为图象与时间所构成的面积，即约为 $\frac{70 \times 3}{2} m = 105 m$ ，而无阻拦索的位移为 $1000 m$ ，因此飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 $\frac{1}{10}$ ，故 A 正确，

在 $0.4 s \sim 2.5 s$ 时间内，速度与时间的图象的斜率不变，则加速度也不变，所以合力也不变，因阻拦索的张力的合力几乎不随时间变化，但阻拦索的张力是变化的，故 B 错误；

在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 26.2 m/s^2 > 2.5g$ ，故 C 正确；

在 $0.4 s \sim 2.5 s$ 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率 $P = Fv$ ，虽然 F 不变，但 v 是渐渐变小，所以其变化的，故 D 错误；故选 AC。

25.(2014·四川卷)如图所示，水平传送带以速度 v_1 匀速运动，小物体 P、Q 由通过定滑轮且不可伸长的轻绳相连， $t = 0$ 时刻 P 在传送带左端具有速度 v_2 ，P 与定滑轮间的绳水平， $t = t_0$ 时刻 P 离开传送带。不计定滑轮质量和摩擦，绳足够长。正确描述小物体 P 速度随时间变化的图象可能是

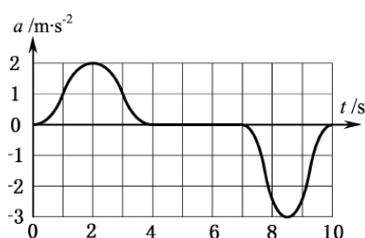


【答案】BC

【解析】若 $v_1 = v_2$ ，小物体 P 可能受到的静摩擦力等于绳的拉力，一直相对传送带静止匀速向右运动若最大静摩擦力小于绳的拉力，则小物体 P 先向右匀减速运动，减速到零后反向匀加速直到离开传送带，由牛顿第二定律知

$m_Q g - \mu m_P g = (m_Q + m_P)a$ ，加速度不变；若 $v_1 > v_2$ ，小物体 P 先向右匀加速直线运动，由牛顿第二定律知 $\mu m_P g - m_Q g = (m_Q + m_P)a$ ，到小物体 P 加速到与传送带速度 v_1 相等后匀速，故 B 选项可能；若 $v_1 < v_2$ ，小物体 P 先向右匀减速直线运动，由牛顿第二定律知 $m_Q g - \mu m_P g = (m_Q + m_P)a_1$ ，到小物体 P 减速到与传送带速度 v_1 相等后继续向右加速但滑动摩擦力方向改向，此时匀加速运动的加速度为 $m_Q g + \mu m_P g = (m_Q + m_P)a_2$ ，到加速为零后，又反向以 a_2 加速度匀加速运动，而 $a_2 > a_1$ ，故 C 选项，A、D 选项错误。

26.(2015·江苏卷·T6)一人乘电梯上楼，在竖直上升过程中加速度 a 随时间 t 变化的图线如图所示，以竖直向上为 a 的正方向，则人对地板的压力



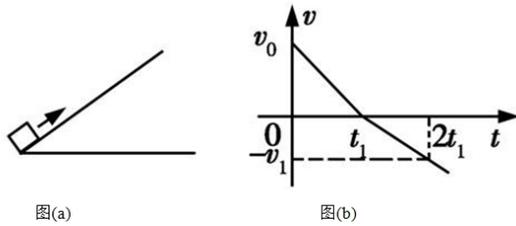
- A. $t=2\text{s}$ 时最大 B. $t=2\text{s}$ 时最小 C. $t=8.5\text{s}$ 时最大 D. $t=8.5\text{s}$ 时最小

【答案】AD

【解析】由题意知在上升过程中： $F - mg = ma$ ，所以向上的加速度越大，人对电梯的压力就越大，故A正确，B错误；

由图知，7s以后加速度向下，由 $mg - F = ma$ 知，向下的加速度越大，人对电梯的压力就越小，所以C错误，D正确。

27.(2015·全国新课标I卷·T20)如图(a)，一物块在 $t=0$ 时刻滑上一固定斜面，其运动的 $v-t$ 图线如图(b)所示。若重力加速度及图中的 v_0 、 v_1 、 t_1 均为已知量，则可求出



- A.斜面的倾角
- B.物块的质量
- C.物块与斜面间的动摩擦因数
- D.物块沿斜面向上滑行的最大高度

【答案】ACD

【解析】小球滑上斜面的初速度 v_0 已知，向上滑行过程为匀变速直线运动，末速度

0，那么平均速度即 $\frac{v_0}{2}$ ，所以沿斜面向上滑行的最远距离 $s = \frac{v_0}{2}t_1$ ，根据牛顿

第二定律，向上滑行过程 $\frac{v_0}{t_1} = g \sin \theta + \mu g \cos \theta$ ，向下滑行 $\frac{v_1}{t_1} = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$ ，

整理可得 $g \sin \theta = \frac{v_0 + v_1}{2t_1}$ ，从而可计算出斜面的倾斜角度 θ 以及动摩擦因数，选

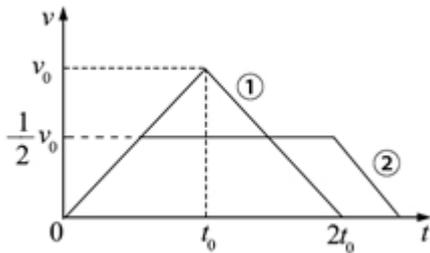
项 AC 对。

根据斜面的倾斜角度可计算出向上滑行的最大高度

$$s \sin \theta = \frac{v_0}{2} t_1 \times \frac{v_0 + v_1}{2gt_1} = v_0 \frac{v_0 + v_1}{4g}, \text{ 选项 D 对。仅根据速度时间图像, 无法找到物}$$

块质量, 选项 B 错。

28.(2014·全国卷 III)(多选)地下矿井中的矿石装在矿车中, 用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图所示, 其中图线①②分别描述两次不同的提升过程, 它们变速阶段加速度的大小都相同; 两次提升的高度相同, 提升的质量相等。不考虑摩擦阻力和空气阻力。对于第①次和第②次提升过程,



- A. 矿车上升所用的时间之比为 4:5
- B. 电机的最大牵引力之比为 2:1
- C. 电机输出的最大功率之比为 2:1
- D. 电机所做的功之比为 4:5

【答案】AC

【解析】试题分析 本题考查速度图像, 牛顿运动定律、功和功率及其相关的知识点。

设第②次所用时间为 t ，根据速度图象的面积等于位移(此题中为提升的高度)可知， $\frac{1}{2} \times 2t_0 \times v_0 = \frac{1}{2} \times (t+3t_0/2) \times \frac{1}{2} v_0$ ，解得： $t=5t_0/2$ ，所以第①次和第②次提升过程所用时间之比为 $2t_0:5t_0/2=4:5$ ，选项 A 正确；

由于两次提升变速阶段的加速度大小相同，在匀加速阶段，由牛顿第二定律， $F-mg=ma$ ，可得提升的最大牵引力之比为 $1:1$ ，选项 B 错误；

由功率公式， $P=Fv$ ，电机输出的最大功率之比等于最大速度之比为 $2:1$ ，选项 C 正确；

加速上升过程的加速度 $a_1 = \frac{v_0}{t_0}$ ，加速上升过程的牵引力 $F_1 = ma_1 + mg = m(\frac{v_0}{t_0} + g)$

，减速上升过程的加速度 $a_2 = -\frac{v_0}{t_0}$ ，减速上升过程的牵引力

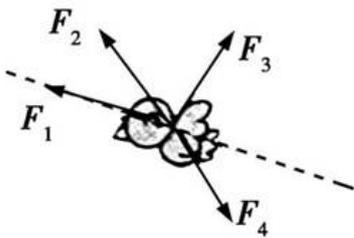
$F_2 = ma_2 + mg = m(g - \frac{v_0}{t_0})$ ，匀速运动过程的牵引力 $F_3 = mg$ 。

第①次提升过程做功 $W_1 = F_1 \times \frac{1}{2} \times t_0 \times v_0 + F_2 \times \frac{1}{2} \times t_0 \times v_0 = mgv_0t_0$ ，第②次提升过程

做功 $W_2 = F_1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} t_0 \times \frac{1}{2} v_0 + F_3 \times \frac{1}{2} v_0 \times \frac{3t_0}{2} + F_2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} t_0 \times \frac{1}{2} v_0 = mgv_0t_0$ ；两次做功

相同，选项 D 错误。

29.(2015·上海卷·T3)如图，鸟沿虚线斜向上加速飞行，空气对其作用力可能是



A. F_1

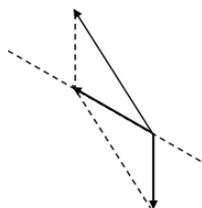
B. F_2

C. F_3

D. F_4

【答案】B

【解析】小鸟沿虚线斜向上加速飞行，说明合外力方向沿虚线斜向上，小鸟受两个力的作用，空气的作用力和重力，如下图所示：



30.(2013·海南卷)一质点受多个力的作用，处于静止状态，现使其中一个力的大小逐渐减小到零，再沿原方向逐渐恢复到原来的大小。在此过程中，其他力保持不变，则质点的加速度大小 a 和速度大小 v 的变化情况是

A. a 和 v 都始终增大

B. a 和 v 都先增大后减小

C. a 先增大后减小， v 始终增大

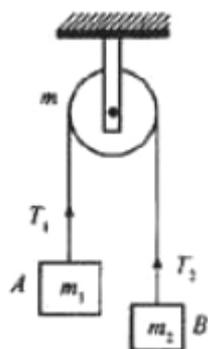
D. a 和 v 都先减小后增大

【答案】C

【解析】初始状态质点所受合力为零，当其中一个力的大小逐渐减小到零时，质点合力逐渐增大到最大， a 逐渐增大到最大，质点加速，当该力的大小再沿原方向逐渐恢复到原来的大小时，质点合力逐渐减小到零， a 逐渐减小到零，质点仍然加速。可见， a 先增大后减小，由于 a 和速度 v 始终同向，质点一直加速， v 始终增大，故 C 正确。

31.(2011·福建卷)如图，一不可伸长的轻质细绳跨过滑轮后，两端分别悬挂质量为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B 。若滑轮有一定大小，质量为 m 且分布均匀，滑轮转动

时与绳之间无相对滑动，不计滑轮与轴之间的摩擦。设细绳对 A 和 B 的拉力大小分别为 T_1 和 T_2 ，已知下列四个关于 T_1 的表达式中有一个是正确的，请你根据所学的物理知识，通过一定的分析判断正确的表达式是



A. $T_1 = \frac{(m + 2m_2)m_1g}{m + 2(m_1 + m_2)}$ B. $T_1 = \frac{(m + 2m_1)m_2g}{m + 4(m_1 + m_2)}$

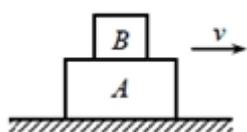
C. $T_1 = \frac{(m + 4m_2)m_1g}{m + 2(m_1 + m_2)}$ D. $T_1 = \frac{(m + 4m_1)m_2g}{m + 4(m_1 + m_2)}$

【答案】C

【解析】若 $m_1=m_2$ ，系统将处于静止状态，由已有物理知识可知 $T_1=m_1g$ 。将 $m_1=m_2$ 代入四个表达式中，满足 $T_1=m_1g$ 的即为正确的。据此可判断表达式 C 正确。

【考点定位】牛顿第二定律

32.(2011·天津卷)如图所示，A、B 两物块叠放在一起，在粗糙的水平面上保持相对静止地向右做匀减速直线运动，运动过程中 B 受到的摩擦力



A.方向向左，大小不变

B.方向向左，逐渐减小

C.方向向右，大小不变

D.方向向右，逐渐减小

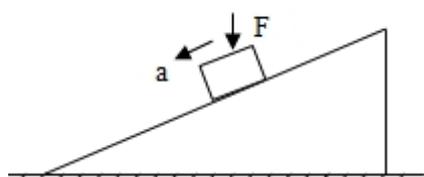
【答案】A

【解析】A、B 两物块叠放在一起共同向右做匀减速直线运动，对 A、B 整体根据牛

顿第二定律有 $a = \frac{\mu(m_A + m_B)g}{m_A + m_B} = \mu g$ ，然后隔离 B，根据牛顿第二定律有

$f_{AB} = m_B a = \mu m_B g$ 大小不变，物体 B 做速度方向向右的匀减速运动，故而加速度方向向左，摩擦力向左。

33.(2012·安徽卷)如图所示，放在固定斜面上的物块以加速度 a 沿斜面匀加速下滑，若在物块上再施加一竖直向下的恒力 F ，则



A.物块可能匀速下滑

B.物块仍以加速度 a 匀加速下滑

C.物块将以大于 a 的加速度匀加速下滑

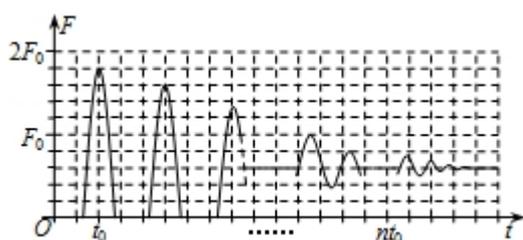
D.物块将以小于 a 的加速度匀加速下滑

【答案】C

【解析】分析斜面上物体受力，将重力沿斜面忽然垂直斜面方向分解，由牛顿第二定律可得， $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma$ ，再施加一竖直向下的恒力 F ，设加速度为 a' ，

由牛顿第二定律可得, $(F + mg)\sin\theta - \mu(F + mg)\cos\theta = ma'$, 由此可知, $a' > a$, 物块将以大于 a 的加速度匀加速下滑, 选项 C 正确。

34.(2011·北京卷)“蹦极”就是跳跃者把一端固定的长弹性绳绑在踝关节等处, 从几十米高处跳下的一种极限运动。某人做蹦极运动, 所受绳子拉力 F 的大小随时间 t 变化的情况如图所示。将蹦极过程近似为在竖直方向的运动, 重力加速度为 g 。据图可知, 此人在蹦极过程中最大加速度约为

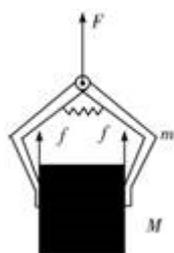


- A. g B. $2g$ C. $3g$ D. $4g$

【答案】B

【解析】由题图可知：绳子拉力 F 的最大值为 $9F_0/5$, 最终静止时绳子拉力为 $3F_0/5 = mg$, 根据牛顿第二定律得： $9F_0/5 - 3F_0/5 = ma$, 所以 $a = 2g$ 。B 正确, A、C、D 错误。

35.(2012·江苏卷)如图所示, 一夹子夹住木块, 在力 F 作用下向上提升。夹子和木块的质量分别为 m 、 M , 夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为 f 。若木块不滑动, 力 F 的最大值是



- A. $2f(m+M) / M$ B. $2f(m+M) / m$

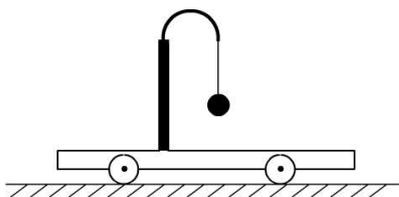
C. $2f(m+M)/M - (m+M)g$

D. $2f(m+M)/(m+(m+M)g)$

【答案】A

【解析】夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为 f ，则木块向上运动的最大加速度为 $a = \frac{2f - mg}{m}$ ，对整体受力分析可知，若保证木块不滑动，力 F 的最大值由： $F - (M+m)g = (M+m)a$ ，整理可得： $F = \frac{2f(M+m)}{M}$ ，A 正确。

36.(2014·全国新课标I卷)如图，用橡皮筋将一小球悬挂在小车的架子上，系统处于平衡状态。现使小车从静止开始向左加速，加速度从零开始逐渐增大到某一值，然后保持此值，小球稳定的偏离竖直方向某一角度(橡皮筋在弹性限度内)。与稳定在竖直位置时相比，小球高度



A. 一定升高

B. 一定降低

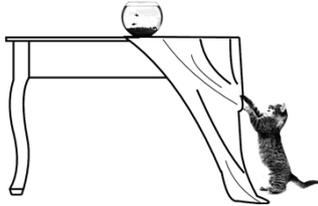
C. 保持不变

D. 升高或降低由橡皮筋的劲度系数决定

【答案】A

【解析】竖直平衡时 $kx_1 = mg$ ，加速时，令橡皮筋与竖直方向夹角为 θ ，则 $kx_2 \cos\theta = mg$ ，可得 $x_1 = x_2 \cos\theta$ ；静止时，球到悬点的竖直距离 $h_1 = x_1 + l_0$ ，加速时，球到悬点的竖直距离 $h_2 = x_2 \cos\theta + l_0 \cos\theta$ ，比较可得， $h_2 < h_1$ ，选项 A 正确。

37.(2016·江苏卷)如图所示,一只猫在桌边猛地将桌布从鱼缸下拉出,鱼缸最终没有滑出桌面.若鱼缸、桌布、桌面两两之间的动摩擦因数均相等,则在上述过程中

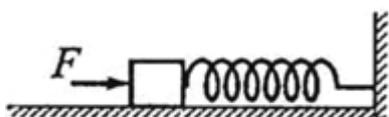


- A.桌布对鱼缸摩擦力的方向向左
- B.鱼缸在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等
- C.若猫增大拉力, 鱼缸受到的摩擦力将增大
- D.若猫减小拉力, 鱼缸有可能滑出桌面

【答案】BD

【解析】由题图知在拉动桌布的过程中鱼缸相对桌布向左运动,故鱼缸受到桌布对其向右的摩擦力作用,所以A错误;因鱼缸、桌布、桌面两两之间的动摩擦因数均相等,鱼缸在桌布上与在桌面上运动时所受摩擦力大小相等,加速度大小相等,鱼缸先在桌布上加速,然后在桌面上减速到停止,所以根据 $v=at$ 知鱼缸在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等,所以B正确;若猫增大拉力,鱼缸受到的摩擦力将不变,所以C错误;若猫减小拉力,桌布的加速度减小,鱼缸与桌布可能相对滑动也可能相对静止,鱼缸在桌面运动的时间都会变长,所以鱼缸可能滑出桌面,所以D正确。

38.(2012·四川卷)如图所示,劲度系数为 k 的轻弹簧的一端固定在墙上,另一端与置于水平面上质量为 m 的物体接触(未连接),弹簧水平且无形变。用水平力 F 缓慢推动物体,在弹性限度内弹簧长度被压缩了 x_0 ,此时物体静止。撤去 F 后,物体开始向左运动,运动的最大距离为 $4x_0$ 。物体与水平面间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g 。则



- A.撤去 F 后,物体先做匀加速运动,再做匀减速运动
- B.撤去 F 后,物体刚运动时的加速度大小为 $\frac{kx_0}{m} - \mu g$
- C.物体做匀减速运动的时间为 $2\sqrt{\frac{x_0}{\mu g}}$
- D.物体开始向左运动到速度最大的过程中克服摩擦力做的功为 $\mu mg(x_0 - \frac{\mu mg}{k})$

【答案】BD

【解析】撤去 F 后,在物体离开弹簧的过程中,弹簧弹力是变力,物体先做变加速运动,离开弹簧之后做匀变速运动,故 A 错;刚开始时,由 $kx_0 - \mu mg = ma$ 可知 B 正确;离开弹簧之后做匀减速运动,减速时间满足 $3x_0 = a_1 t^2 / 2$, $a_1 = \mu g$ 则 $t = \sqrt{6x_0 / \mu g}$,从而 C 错;速度最大时合力为零,此时弹簧弹力 $F = \mu mg = kx$, $x = \mu mg / k$,所以物体开始向左运动到速度最大的过程中克服摩擦力做的功为 $W_f = \mu mg(x_0 - x) =$

$\mu mg\left(x_0 - \frac{\mu mg}{k}\right)$, D 正确。正确答案:BD

39.(2013·浙江卷)如图所示,总质量为460kg的热气球,从地面刚开始竖直上升时的加速度为 0.5m/s^2 ,当热气球上升到180m时,以 5m/s 的速度向上匀速运动。若离开地面后热气球所受浮力保持不变,上升过程中热气球总质量不变,重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。关于热气球,下列说法正确的是



- A.所受浮力大小为4830N
- B.加速上升过程中所受空气阻力保持不变
- C.从地面开始上升10s后的速度大小为 5m/s
- D.以 5m/s 匀速上升时所受空气阻力大小为230N

【答案】AD

【解析】

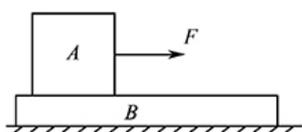
A、从地面刚开始竖直上升时,速度为零,故阻力为零,气球受重力和浮力,根据牛顿第二定律,有: $F_{\text{浮}}-mg=ma$ 解得: $F_{\text{浮}}=m(g+a)=460\times(10+0.5)\text{N}=4830\text{N}$,故A正确;

B、气球受重力、浮力和空气阻力,若阻力不变,合力不变,气球匀加速上升,矛盾,故B错误;

C、刚开始竖直上升时的加速度为 0.5m/s^2 ，气球是变加速运动，加速度逐渐减小，故 10s 后的速度大小小于 5m/s ，故 C 错误；

D、以 5m/s 匀速上升时，根据平衡条件，有： $F_{\text{浮}}=mg+f$ ，解得 $f=230\text{N}$ ，故 D 正确；

40.(2014·江苏卷)如图所示，A、B 两物块的质量分别为 $2m$ 和 m ，静止叠放在水平地面上。A、B 间的动摩擦因数为 μ ，B 与地面间的动摩擦因数为 $\frac{\mu}{2}$ 。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。现对 A 施加一水平拉力 F ，则



A.当 $F < 2\mu mg$ 时，A、B 都相对地面静止

B.当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时，A 的加速度为 $\frac{1}{3}\mu g$

C.当 $F > 3\mu mg$ 时，A 相对 B 滑动

D.无论 F 为何值，B 的加速度不会超过 $\frac{1}{2}\mu g$

【答案】BCD

【解析】根据题意可知，B 与地面间的最大静摩擦力为： $f_{Bm} = \frac{3}{2}\mu mg$ ，因此要使 B 能够相对地面滑动，A 对 B 所施加的摩擦力至少为： $f_{AB} = f_{Bm} = \frac{3}{2}\mu mg$ ，A、B 间的最大静摩擦力为： $f_{ABm} = 2\mu mg$ ，因此，根据牛顿第二定律可知当满足： $\frac{F - f_{AB}}{2m} = \frac{2f_{AB} - 3\mu mg}{2m}$ ，且 $\frac{3}{2}\mu mg \leq f_{AB} < 2\mu mg$ ，即 $\frac{3}{2}\mu mg \leq F < 3\mu mg$ 时，A、B 将一起向右加速滑动，故选项 A 错误；当 $F \geq 3\mu mg$ 时，A、B 将以不同的加速度向右滑动，根据牛顿第二定律有： $F - 2\mu mg = 2ma_A$ ， $2\mu mg - \frac{3}{2}\mu mg = ma_B$ ，解得： $a_A = \frac{F}{2m}$

$-\mu g$, $a_B = \frac{1}{2}\mu g$, 故选项 C、D 正确; 当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时, $a_A = a_B = \frac{5-3}{6}\mu g = \frac{1}{3}\mu g$

, 故选项 B 正确。

41.(2015·全国新课标II卷·T20)在一东西向的水平直铁轨上, 停放着一列已用挂钩链接好的车厢。当机车在东边拉着这列车厢一大小为 a 的加速度向东行驶时, 链接某两相邻车厢的挂钩 P 和 Q 间的拉力大小为 F ; 当机车在西边拉着这列车厢一大小为 $\frac{2}{3}a$ 的加速度向东行驶时, 链接某两相邻车厢的挂钩 P 和 Q 间的拉力大小仍为 F 。不计车厢与铁轨间的摩擦, 每节车厢质量相同, 则这列车厢的节数可能为

A.8 B.10 C.15 D.18

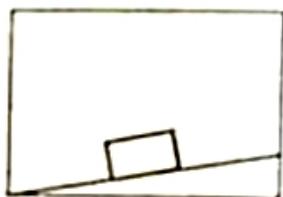
【答案】BC

试题分析: 由设这列车厢的节数为 n , P、Q 挂钩东边有 m 节车厢, 每节车厢的

质量为 m , 由牛顿第二定律可知: $\frac{F}{km} = \frac{2}{3} \frac{F}{(n-k)m}$, 解得: $k = \frac{2}{5}n$, k 是正整数

, n 只能是 5 的倍数, 故 B、C 正确, A、D 错误

42.(2015·海南卷·T9)如图所示, 升降机内有一固定斜面, 斜面上放一物体, 开始时升降机做匀速运动, 物块相对斜面匀速下滑, 当升降机加速上升时



A.物块与斜面间的摩擦力减小

B.物块与斜面间的正压力增大

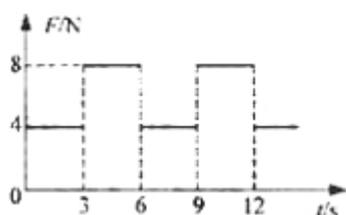
C.物块相对于斜面减速下滑

D.物块相对于斜面匀速下滑

【答案】BD

【解析】当升降机加速上升时，物体有竖直向上的加速度，则物块与斜面间的正压力增大，根据滑动摩擦力公式 $F_f = \mu F_N$ 可知接触面间的正压力增大，物体与斜面间的摩擦力增大，故 A 错误，B 正确；设斜面的倾角为 θ ，物体的质量为 m ，当匀速运动时有 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$ ，即 $\sin \theta = \mu \cos \theta$ ，假设物体以加速度 a 向上运动时，有 $N = m(g+a) \cos \theta$ ， $f = \mu m(g+a) \cos \theta$ ，因为 $\sin \theta = \mu \cos \theta$ ，所以 $m(g+a) \sin \theta = \mu m(g+a) \cos \theta$ ，故物体仍做匀速下滑运动，C 错误，D 正确。

43.(2010·福建卷·T16)质量为 2kg 的物体静止在足够大的水平地面上，物体与地面间的动摩擦因数为 0.2，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等。从 $t=0$ 时刻开始，物体受到方向不变、大小呈周期性变化的水平拉力 F 的作用， F 随时间 t 的变化规律如图所示。重力加速度 g 取 10m/s^2 ，则物体在 $t=0$ 到 $t=12\text{s}$ 这段时间的位移大小为



A. 18m

B. 54m

C. 72m

D. 198m

【答案】B

【解析】本题考查牛顿第二定律的应用和考生理解能力，应用数学知识处理物理问

题的能力。物体运动过程中的摩擦力 $f = \mu mg = 4\text{N}$ ，当接为 8N 时，加速度

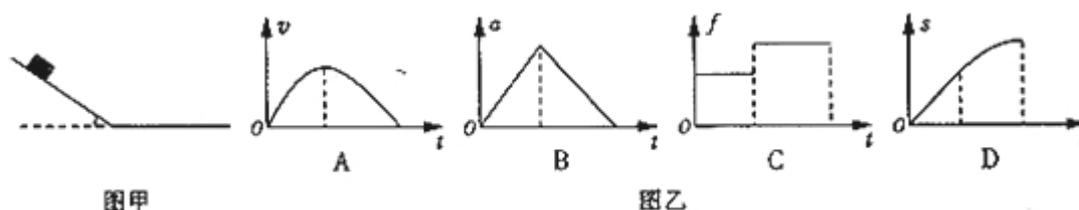
$$a = \frac{F - f}{m} = 2\text{m/s}^2。t = 0 \text{ 到 } t = 12\text{s} \text{ 时间内，物体可认为一直匀加速运动了 } t_1 = 6\text{s}，$$

$$\text{位移 } x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 36\text{m}，\text{ 匀速运动了 } t_2 = 3\text{s}，\text{ 位移 } x_2 = vt_2 = (a\frac{t_1}{2})t_2 = 18\text{m}，\text{ 总位移 } x$$

$= x_1 + x_2 = 54\text{m}$ ，故正确的选项为 B。

44.(2010·山东卷·T16)如图所示，物体沿斜面由静止滑下，在水平面上滑行一段距离停止，物体与斜面和水平面间的动摩擦因数相同，斜面与水平面平滑连接。

图乙中 v 和 a 分别表示物体速度大小、加速度大小、摩擦力大小和路程。图乙中正确的是



【答案】C

【解析】本题考查匀变速运动的规律、图像、牛顿第二定律及考生的理解能力、推

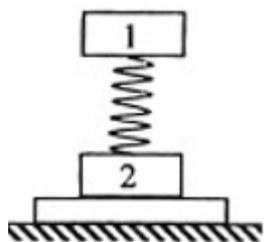
理能力。物体沿斜面下滑时受摩擦力 $F_{f1} = \mu mg \cos \theta$ ，在水平面上受摩擦力

$$F_{f2} = \mu mg \text{ 且 } F_{f1} < F_{f2}；\text{ 由牛顿第二定律， } mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1，\text{ 在水平面}$$

上 $\mu mg = ma_2$ ，故物体先沿斜面下滑时做匀加速直线运动，后在水平面上做匀减速直线运动，故正确的选项为 C。

45.(2010·全国 I 卷·T15)如右图，轻弹簧上端与一质量为 m 的木块 1 相连，下端与另一质量为 M 的木块 2 相连，整个系统置于水平放置的光滑木板上，并处于

静止状态。现将木板沿水平方向突然抽出，设抽出后的瞬间，木块 1、2 的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 。重力加速度大小为 g 。则有



- A. $a_1 = g$, $a_2 = g$ B. $a_1 = 0$, $a_2 = g$
 C. $a_1 = 0$, $a_2 = \frac{m+M}{M}g$ D. $a_1 = g$, $a_2 = \frac{m+M}{M}g$

【答案】C

【解析】在抽出木板的瞬时，弹簧对 1 的支持力和对 2 的压力并未改变。对 1 物体受重力和支持力， $mg=F, a_1=0$ 。对 2 物体受重力和压力，根据牛顿第二定律

$$a = \frac{F + Mg}{M} = \frac{M + m}{M}g$$

【命题意图与考点定位】本题属于牛顿第二定律应用的瞬时加速度问题，关键是区分瞬时力与延时力。

46.(2010·海南卷·T3)下列说法正确的是

- A.若物体运动速率始终不变，则物体所受合力一定为零
 B.若物体的加速度均匀增加，则物体做匀加速直线运动
 C.若物体所受合力与其速度方向相反，则物体做匀减速直线运动
 D.若物体在任意的相等时间间隔内位移相等，则物体做匀速直线运动

【答案】D

【解析】物体运动速率不变但方向可能变化，因此合力不一定为零，A 错；物体的加速度均匀增加，即加速度在变化，是非匀加速直线运动，B 错；物体所受合力与其速度方向相反，只能判断其做减速运动，但加速度大小不可确定，C 错；若物体在任意的相等时间间隔内位移相等，则物体做匀速直线运动，D 对。

47.(2010·海南卷·T6)在水平的足够长的固定木板上，一小物块以某一初速度开始滑动，经一段时间 t 后停止.现将该木板改置成倾角为 45° 的斜面，让小物块以相同的初速度沿木板上滑.若小物块与木板之间的动摩擦因数为 μ .则小物块上滑到最高位置所需时间与 t 之比为

A. $\frac{\sqrt{2}\mu}{1+\mu}$ B. $\frac{\mu}{1+\sqrt{2}\mu}$ C. $\frac{\mu}{\sqrt{2}+\mu}$ D. $\frac{1+\mu}{\sqrt{2}\mu}$

【答案】A

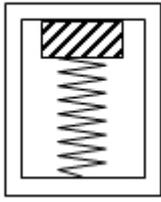
【解析】木板水平时，小物块的加速度 $a_1 = \mu g$ ，设滑行初速度为 v_0 ，则滑行时间

为 $t = \frac{v_0}{\mu g}$ ；木板改成后，小物块上滑的加速度

$$a_2 = \frac{mg \sin 45^\circ + \mu mg \cos 45^\circ}{m} = \frac{(1+\mu)\sqrt{2}g}{2}, \text{ 滑行时间 } t' = \frac{v_0}{a_2} = \frac{v_0}{(1+\mu)\sqrt{2}g}, \text{ 因此}$$

$$\frac{t'}{t} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sqrt{2}\mu}{1+\mu}, \text{ A 项正确。}$$

48.(2010·海南卷·T8)如右图，木箱内有一竖直放置的弹簧，弹簧上方有一物块：木箱静止时弹自由落体处于压缩状态且物块压在箱顶上.若在某一段时间内，物块对箱顶刚好无压力，则在此段时间内，木箱的运动状态可能为

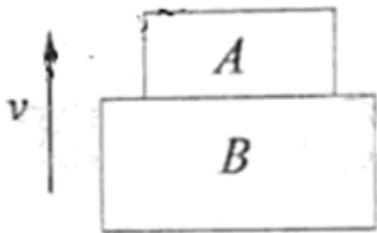


- A.加速下降 B.加速上升 C.减速上升 D.减速下降

【答案】BD

【解析】木箱静止时物块对箱顶有压力，则物块受到顶向下的压力，当物块对箱顶刚好无压力时，表明系统有向上的加速度，是超重，BD 正确。

49.(2010·浙江卷·T14)如图所示，A、B 两物体叠放在一起，以相同的初速度上抛(不计空气阻力)。下列说法正确的是



- A.在上升和下降过程中 A 对 B 的压力一定为零
 B.上升过程中 A 对 B 的压力大于 A 物体受到的重力
 C.下降过程中 A 对 B 的压力大于 A 物体受到的重力
 D.在上升和下降过程中 A 对 B 的压力等于 A 物体受到的重力

【答案】A

【解析】本题是对力和运动问题的考查，考查考生对连接体问题的正确分析。因两物体一起运动，加速度相同，都等于重力加速度，故两物体之间没有作用力，A项正确。

50.(2010·上海卷·T11)将一个物体以某一速度从地面竖直向上抛出，设物体在运动过程中所受空气阻力大小不变，则物体

- A.刚抛出时的速度最大 B.在最高点的加速度为零
C.上升时间大于下落时间 D.上升时的加速度等于下落时的加速度

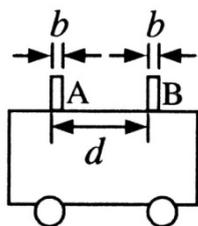
【解析】 $a_{\text{上}} = g + \frac{f}{m}$ ， $a_{\text{下}} = g - \frac{f}{m}$ ，所以上升时的加速度大于下落时的加速度，D错误；

根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，上升时间小于下落时间，C错误，B也错误，本题选A。

本题考查牛顿运动定律和运动学公式。难度：中。

51.(2011·上海卷)如图，为测量作匀加速直线运动小车的加速度，将宽度均为b的挡光片A、B固定在小车上，测得二者间距为d。

(1)当小车匀加速经过光电门时，测得两挡光片先后经过的时间 Δt_1 和 Δt_2 ，则小车加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



(2)(多选题)为减小实验误差,可采取的方法是

- A.增大两挡光片宽度 b B.减小两挡光片宽度 b
C.增大两挡光片间距 d D.减小两挡光片间距 d

【答案】(1) $a = \frac{b^2}{2d} \left[\frac{1}{(\Delta t_2)^2} - \frac{1}{(\Delta t_1)^2} \right]$ (2) BC

【解析】(1) 根据 $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d}$, 得 $a = \left[\left(\frac{b}{\Delta t_2} \right)^2 - \left(\frac{b}{\Delta t_1} \right)^2 \right] / 2d$

(2) b 越小, 所测的平均速度越接近瞬时速度, d 越大初速度、与末速度差距越大, 速度平方差越大, 相对误差越小.

52.(2010·上海卷·T12)降落伞在匀速下降过程中遇到水平方向吹来的风, 若风速越大, 则降落伞

- A.下落的时间越短 B.下落的时间越长
C.落地时速度越小 D.落地时速度越大

【解析】根据 $H = \frac{1}{2}gt^2$, 下落的时间不变;

根据 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, 若风速越大, v_y 越大, 则降落伞落地时速度越大;

本题选 D。

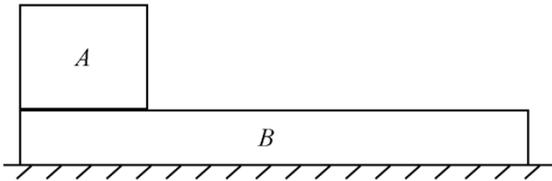
本题考查运动的合成和分解。

难度：中等。

非选择题：

53.(2019•江苏卷•T22)如图所示，质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边缘对齐。 A 与 B 、 B 与地面间的动摩擦因数均为 μ 。先敲击 A ， A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。接着敲击 B ， B 立即获得水平向右的初速度， A 、 B 都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。求：

- (1) A 被敲击后获得的初速度大小 v_A ；
- (2) 在左边缘再次对齐的前、后， B 运动加速度的大小 a_B 、 a_B' ；
- (3) B 被敲击后获得的初速度大小 v_B 。



【答案】 (1) $v_A = \sqrt{2\mu gL}$ ；(2) $a_B = 3\mu g$ ， $a_B' = \mu g$ ；(3) $v_B = 2\sqrt{2\mu gL}$

【解析】

(1) 由牛顿运动定律知， A 加速度的大小 $a_A = \mu g$

匀变速直线运动 $2a_AL = v_A^2$

解得 $v_A = \sqrt{2\mu gL}$

(2) 设 A 、 B 的质量均为 m

对齐前， B 所受合外力大小 $F = 3\mu mg$

由牛顿运动定律 $F = ma_B$ ，得 $a_B = 3\mu g$

对齐后， A 、 B 所受合外力大小 $F' = 2\mu mg$

由牛顿运动定律 $F' = 2ma_B'$ ，得 $a_B' = \mu g$

(3) 经过时间 t ， A 、 B 达到共同速度 v ，位移分别为 x_A 、 x_B ， A 加速度的大小等于 a_A

则 $v = a_A t$, $v = v_B - a_B t$

$$x_A = \frac{1}{2} a_A t^2, \quad x_B = v_B t - \frac{1}{2} a_B t^2$$

且 $x_B - x_A = L$

解得 $v_B = 2\sqrt{2\mu g L}$ 。

54.(2019•天津卷•T12)完全由我国自行设计、建造的国产新型航空母舰已完成多次海试，并取得成功。航母上的舰载机采用滑跃式起飞，故甲板是由水平甲板和上翘甲板两部分构成，如图1所示。为了便于研究舰载机的起飞过程，假设上翘甲板BC是与水平甲板AB相切的一段圆弧，示意如图2，AB长 $L_1 = 150 \text{ m}$ ，BC水平投影 $L_2 = 63 \text{ m}$ ，图中C点切线方向与水平方向的夹角 $\theta = 12^\circ$ ($\sin 12^\circ \approx 0.21$)。若舰载机从A点由静止开始做匀加速直线运动，经 $t = 6 \text{ s}$ 到达B点进入BC。已知飞行员的质量 $m = 60 \text{ kg}$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求



图1

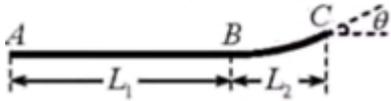


图2

(1)舰载机水平运动的过程中，飞行员受到的水平力所做功 W ；

(2)舰载机刚进入BC时，飞行员受到竖直向上的压力 F_N 多大。

【答案】 (1) $W = 7.5 \times 10^4 \text{ J}$ ； (2) $F_N = 1.1 \times 10^3 \text{ N}$

【解析】

【详解】 (1)舰载机由静止开始做匀加速直线运动，设其刚进入上翘甲板时的速度为 v ，则有

$$\frac{v}{2} = \frac{L_1}{t} \quad \text{①}$$

根据动能定理，有

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \quad \text{②}$$

联立①②式，代入数据，得

$$W = 7.5 \times 10^4 \text{ J} \quad \text{③}$$

(2) 设上翘甲板所对应的圆弧半径为 R ，根据几何关系，有

$$L_2 = R \sin \theta \quad \text{④}$$

由牛顿第二定律，有

$$F_N - mg = m \frac{v^2}{R} \quad \text{⑤}$$

联立①④⑤式，代入数据，得

$$F_N = 1.1 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{⑥}$$

55.(2014·上海卷)牛顿第一定律表明，力是物体_____发生变化的原因；该定律引出的一个重要概念是_____。

【答案】运动状态；惯性

【解析】牛顿第一定律内容即一切物体在不受力的作用时总保持静止或匀速直线运动状态，即不受力时运动状态不变，所以力才是物体运动状态发生变化的原因，据此引出的概念即物体保持原来运动状态不变的性质，惯性。

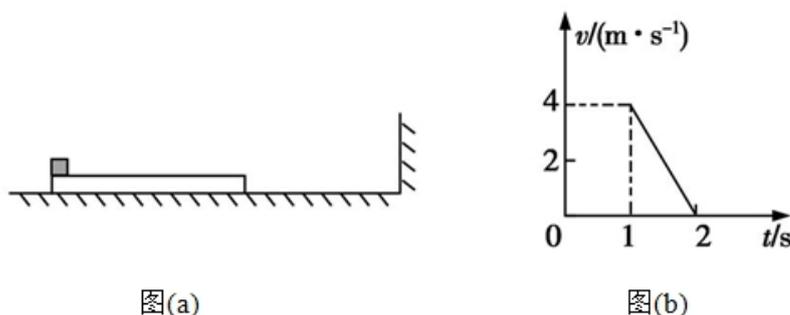
56.(2010·海南卷·T12)雨滴下落时所受到的空气阻力与雨滴的速度有关，雨滴速度越大，它受到的空气阻力越大；此外，当雨滴速度一定时，雨滴下落时所受到的空气阻力还与雨滴半径的 α 次方成正比($1 \leq \alpha \leq 2$)。假设一个大雨滴和一个小雨滴

从同一云层同时下落，最终它们都_____ (填“加速”、“减速”或“匀速”)下落
 ._____ (填“大”或“小”)雨滴先落到地面；接近地面时，_____ (填“大”或“小”)雨
 滴的速度较小.

【答案】匀速(2分) 大(1分) 小(1分)

【解析】由于雨滴受到的空气阻力与速度有关，速度越大阻力越大，因此最终当阻力增大到与重力平衡时都做匀速运动；设雨滴半径为 r ，则当雨滴匀速下落时受到的空气阻力 $f \propto r^\alpha$ ，而重力 $mg = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$ ，由于 $1 \leq \alpha \leq 2$ ，因此半径大的匀速运动的速度大，先落地且落地速度大，小雨滴落地速度小。

57.(2015·全国新课标I卷·T25)一长木板置于粗糙水平地面上，木板左端放置一小物块，在木板右方有一墙壁，木板右端与墙壁的距离为 4.5m，如图(a)所示。它 = 零时刻开始，小物块与木板一起以共同速度向右运动，直至 $t = 1\text{s}$ 时木板与墙壁碰撞(碰撞时间极短)。碰撞前后木板速度大小不变，方向相反；运动过程中小物块始终未离开木板。已知碰撞后 1s 时间内小物块的 $v-t$ 图线如图(b)所示。木板的质量是小物块质量的 15 倍，重力加速度大小 g 取 10m/s^2 。求



(1)木板与地面间的动摩擦因数 μ_1 及小物块与木板间的动摩擦因数 μ_2 ；

(2)木板的最小长度；

(3)木板右端离墙壁的最终距离。

【答案】(1) $\mu_1=0.1$ $\mu_2=0.4$ (2)6m (3)6.5m

【解析】(1)根据图像可以判定碰撞前木块与木板共同速度为 $v = 4m/s$

碰撞后木板速度水平向左，大小也是 $v = 4m/s$

木块受到滑动摩擦力而向右做匀减速，根据牛顿第二定律有 $\mu_2 g = \frac{4m/s - 0m/s}{1s}$

解得 $\mu_2 = 0.4$

木板与墙壁碰撞前，匀减速运动时间 $t = 1s$ ，位移 $x = 4.5m$ ，末速度 $v = 4m/s$

其逆运动则为匀加速直线运动可得 $x = vt + \frac{1}{2}at^2$

代入可得 $a = 1m/s^2$

木块和木板整体受力分析，滑动摩擦力提供合外力，即 $\mu_1 g = a$

可得 $\mu_1 = 0.1$

(2)碰撞后，木板向左匀减速，依据牛顿第二定律有 $\mu_1(M+m)g + \mu_2 mg = Ma_1$

可得 $a_1 = \frac{4}{3}m/s^2$

对滑块，则有加速度 $a_2 = 4m/s^2$

滑块速度先减小到 0，此时碰后时间为 $t_1 = 1s$

此时，木板向左的位移为 $x_1 = vt_1 - \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{10}{3}m$ 末速度 $v_1 = \frac{8}{3}m/s$

滑块向右位移 $x_2 = \frac{4m/s + 0}{2}t_1 = 2m$

此后，木块开始向左加速，加速度仍为 $a_2 = 4m/s^2$

木块继续减速，加速度仍为 $a_1 = \frac{4}{3} m/s^2$

假设又经历 t_2 二者速度相等，则有 $a_2 t_2 = v_1 - a_1 t_2$

解得 $t_2 = 0.5s$

此过程，木板位移 $x_3 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_1 t_2^2 = \frac{7}{6} m$ 末速度 $v_3 = v_1 - a_1 t_2 = 2 m/s$

滑块位移 $x_4 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = \frac{1}{2} m$

此后木块和木板一起匀减速。

二者的相对位移最大为 $\Delta x = x_1 + x_3 + x_2 - x_4 = 6m$

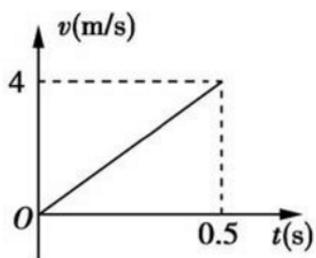
滑块始终没有离开木板，所以木板最小的长度为 $6m$

(3)最后阶段滑块和木板一起匀减速直到停止，整体加速度 $a = \mu_1 g = 1 m/s^2$

位移 $x_5 = \frac{v_3^2}{2a} = 2m$

所以木板右端离墙壁最远的距离为 $x_1 + x_3 + x_5 = 6.5m$

58.(2012·安徽卷)质量为 $0.1 kg$ 的弹性球从空中某高度由静止开始下落，该下落过程对应的 $v-t$ 图象如图所示。球与水平地面相碰后离开地面时的速度大小为碰撞前的 $3/4$ 。该球受到的空气阻力大小恒为 f ，取 $g = 10 m/s^2$ ，求：



(1)弹性球受到的空气阻力 f 的大小；

(2)弹性球第一次碰撞后反弹的高度 h 。

【答案】(1)0.2N (2) $\frac{3}{8}m$

【解析】(1)设弹性球第一次下落过程中的加速度大小为 a_1 ，由图知

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{0.5} m/s^2 = 8m/s^2 \quad \text{①}$$

根据牛顿第二定律，得

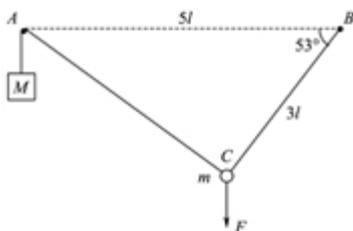
$$mg - f = ma_1 \quad \text{②}$$

$$f = m(g - a_1) = 0.2N \quad \text{③}$$

(2)由速度时间图象可知，弹性球第一次到达地面的速度为 $v = 4m/s$ ，则弹性球第一次离开地面时的速度大小为 $v' = 3m/s$ ，离开地面 $a' = \frac{mg + f}{m} = 12m/s^2$ ，根据 $0 - v'^2 = 2a'h$ ，

解得： $h = \frac{3}{8}m$ 。

59.(2018·江苏卷)如图所示，钉子 A、B 相距 $5l$ ，处于同一高度.细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B.质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 $3l$.用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53° .松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动.忽略一切摩擦，重力加速度为 g ，取 $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$.求：



(1)小球受到手的拉力大小 F ;

(2)物块和小球的质量之比 $M : m$;

(3)小球向下运动到最低点时, 物块 M 所受的拉力大小 T 。

【答案】(1) $F = \frac{5}{3}Mg - mg$ (2) $\frac{M}{m} = \frac{6}{5}$

(3) $T = \frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T = \frac{48}{55}mg$ 或 $T = \frac{8}{11}Mg$)

【解析】(1)设小球受 AC 、 BC 的拉力分别为 F_1 、 F_2

$$F_1 \sin 53^\circ = F_2 \cos 53^\circ \quad F + mg = F_1 \cos 53^\circ + F_2 \sin 53^\circ \text{ 且 } F_1 = Mg$$

解得 $F = \frac{5}{3}Mg - mg$

(2)小球运动到与 A 、 B 相同高度过程中

$$\text{小球上升高度 } h_1 = 3l \sin 53^\circ, \text{ 物块下降高度 } h_2 = 2l$$

$$\text{机械能守恒定律 } mgh_1 = Mgh_2$$

解得 $\frac{M}{m} = \frac{6}{5}$

(3)根据机械能守恒定律, 小球回到起始点. 设此时 AC 方向的加速度大小为 a , 重物受到的拉力为 T

$$\text{牛顿运动定律 } Mg - T = Ma \quad \text{小球受 } AC \text{ 的拉力 } T' = T$$

$$\text{牛顿运动定律 } T' - mg \cos 53^\circ = ma$$

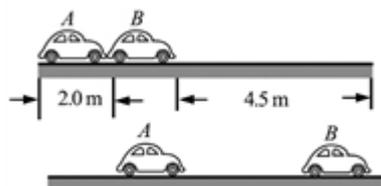
解得 $T = \frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T = \frac{48}{55}mg$ 或 $T = \frac{8}{11}Mg$)

60.(2018·全国 II 卷)汽车 A 在水平冰雪路面上行驶, 驾驶员发现其正前方停有汽车 B , 立即采取制动措施, 但仍然撞上了汽车 B 。两车碰撞时和两车都完全停止

后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m，A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为 $2.0 \times 10^3 \text{kg}$ 和 $1.5 \times 10^3 \text{kg}$ ，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小 $g = 10 \text{m/s}^2$ 。求

(1)碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；

(2)碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。



【答案】 (1) $v_{B'} = 3.0 \text{ m/s}$ (2) $v_A = 4.3 \text{ m/s}$

【解析】 试题分析：两车碰撞过程动量守恒，碰后两车在摩擦力的作用下做匀减速运动，利用运动学公式可以求得碰后的速度，然后在计算碰前 A 车的速度。

(1) 设 B 车质量为 m_B ，碰后加速度大小为 a_B ，根据牛顿第二定律有

$$\mu m_B g = m_B a_B \quad \text{①}$$

式中 μ 是汽车与路面间的动摩擦因数。

设碰撞后瞬间 B 车速度的大小为 $v_{B'}$ ，碰撞后滑行的距离为 s_B 。由运动学公式有

$$v_{B'}^2 = 2 a_B s_B \quad \text{②}$$

联立①②式并利用题给数据得

$$v_{B'} = 3.0 \text{ m/s} \quad \text{③}$$

(2) 设 A 车的质量为 m_A ，碰后加速度大小为 a_A 。根据牛顿第二定律有

$$\mu m_A g = m_A a_A \quad (4)$$

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为 v_A' ，碰撞后滑行的距离为 s_A 。由运动学公式有

$$v_A'^2 = 2a_A s_A \quad (5)$$

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为 v_A ，两车在碰撞过程中动量守恒，有

$$m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B' \quad (6)$$

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

$$v_A = 4.3 \text{ m/s}$$

61.(2018·天津卷)我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程，假设飞机在水平跑道上的滑跑是初速度为零的匀加速直线运动，当位移 $x=1.6 \times 10^3 \text{ m}$ 时才能达到起飞所要求的速度 $v=80 \text{ m/s}$ ，已知飞机质量 $m=7.0 \times 10^4 \text{ kg}$ ，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求飞机滑跑过程中



(1)加速度 a 的大小；

(2)牵引力的平均功率 P 。

【答案】(1) $a=2\text{m/s}^2$ (2) $P=8.4 \times 10^6 \text{ W}$

【解析】试题分析：飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，结合速度位移公式求解加速度；对飞机受力分析，结合牛顿第二定律，以及 $P = Fv$ 求解牵引力的平均功率；

(1)飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，有 $v^2=2ax$ ①，解得 $a=2m/s^2$ ②

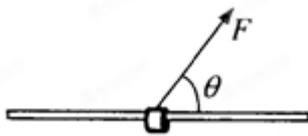
(2)设飞机滑跑受到的阻力为 $F_{阻}$ ，根据题意可得 $F_{阻}=0.1mg$ ③

设发动机的牵引力为 F ，根据牛顿第二定律有 $F-F_{阻} = ma$ ④；

设飞机滑跑过程中的平均速度为 \bar{v} ，有 $\bar{v} = \frac{v}{2}$ ⑤

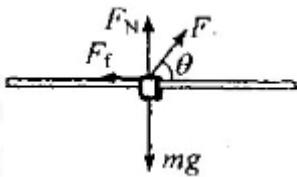
在滑跑阶段，牵引力的平均功率 $P = F\bar{v}$ ⑥，联立②③④⑤⑥得 $P=8.4 \times 10^6 W$.

62.(2012·上海卷)如图，将质量 $m=0.1kg$ 的圆环套在固定的水平直杆上。环的直径略大于杆的截面直径。环与杆间动摩擦因数 $\mu=0.8$ 。对环施加一位于竖直平面内斜向上，与杆夹角 $\theta=53^\circ$ 的拉力 F ，使圆环以 $a=4.4m/s^2$ 的加速度沿杆运动，求 F 的大小。



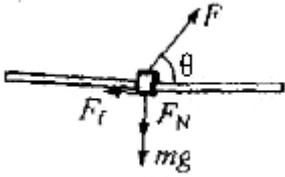
【答案】9N

【解析】令 $F \sin 53^\circ = mg$ ， $F=1.25N$ ，当 $F < 1.25N$ 时，杆对环的弹力向上，受力如图



由牛顿定律 $F \cos \theta - mF_N = ma$ ， $F_N + F \sin \theta = mg$ ，

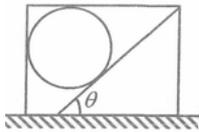
得 $F=1N$ ，当 $F>1.25N$ 时，杆对环的弹力向下，受力如图



由牛顿定律 $F\cos\theta - mF_N = ma$ ， $F\sin\theta = mg + F_N$ ，

解得 $F=9N$

63.(2014·上海卷)如图，水平地面上的矩形箱子内有一倾角为 θ 的固定斜面，斜面上放一质量为 m 的光滑球。静止时，箱子顶部与球接触但无压力。箱子由静止开始向右做匀加速运动，然后改做加速度大小为 a 的匀减速运动直至静止，经过的总路程为 s ，运动过程中的最大速度为 v 。



(1)求箱子加速阶段的加速度大小 a' 。

(2)若 $a>g \tan\theta$ ，求减速阶段球受到箱子左壁和顶部的作用力。

【答案】(1) $a' = \frac{av^2}{2as - v^2}$ (2) 左壁作用力为 0，顶部作用力 $ma \cot\theta - mg$

【考点】匀变速直线运动规律、牛顿第二定律

【解析】(1)设加速过程中加速度为 a' ，由匀变速运动公式

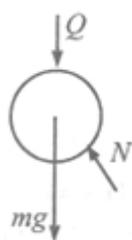
$$s_1 = \frac{v^2}{2a'}, \quad s_2 = \frac{v^2}{2a}, \quad s = s_1 + s_2 = \frac{v^2}{2a'} + \frac{v^2}{2a}, \quad \text{解得 } a' = \frac{av^2}{2as - v^2}$$

(2)设球不受车厢作用，应满足

$$N \sin \theta = ma, \quad N \cos \theta = mg, \quad \text{解得 } a = g \tan \theta$$

减速时加速度由斜面支持力 N 与左壁支持力 P 共同决定，当 $a > g \tan \theta$ 时 $P = 0$

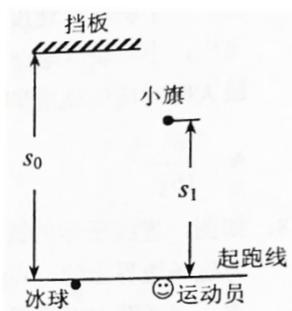
球受力如图。



由牛顿定律：
$$\begin{aligned} N \sin \theta &= ma, \\ N \cos \theta - Q &= mg \end{aligned}$$
，解得 $Q = m(a \cot \theta - g)$

64.(2017·新课标II卷)为提高冰球运动员的加速能力，教练员在冰面上与起跑线距离 s_0 和 s_1 ($s_1 < s_0$) 处分别设置一个挡板和一面小旗，如图所示。训练时，让运动员和冰球都位于起跑线上，教练员将冰球以初速度 v_0 击出，使冰球在冰面上沿垂直于起跑线的方向滑向挡板；冰球被击出的同时，运动员垂直于起跑线从静止出发滑向小旗。训练要求当冰球到达挡板时，运动员至少到达小旗处。假定运动员在滑行过程中做匀加速运动，冰球到达挡板时的速度为 v_1 。重力加速度大小为 g 。

求



(1)冰球与冰面之间的动摩擦因数；

(2)满足训练要求的运动员的最小加速度。

【答案】(1) $\frac{v_0^2 - v_1^2}{2gs_0}$ (2) $\frac{s_1(v_0 + v_1)^2}{2s_0^2}$

【解析】(1)设冰球与冰面间的动摩擦因数为 μ ，则冰球在冰面上滑行的加速度

$a_1 = \mu g$ ①

由速度与位移的关系知 $-2a_1s_0 = v_1^2 - v_0^2$ ②

联立①②得 $\mu = \frac{a_1}{g} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2gs_0}$ ③

(2)设冰球运动的时间为 t ，则 $t = \frac{v_0 - v_1}{\mu g}$ ④

又 $s_1 = \frac{1}{2}at^2$ ⑤

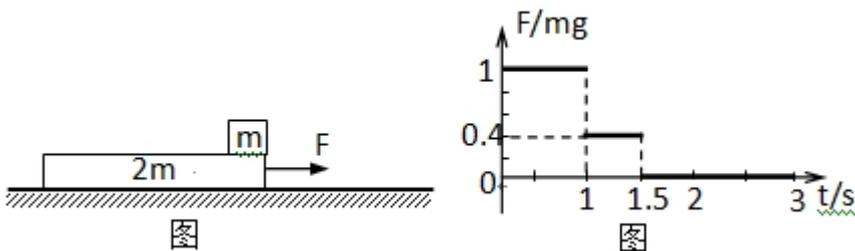
由③④⑤得 $a = \frac{s_1(v_0 + v_1)^2}{2s_0^2}$ ⑥

65.(2010·海南卷·T16)图1中，质量为 m 的物块叠放在质量为 $2m$ 的足够长的木板

上方右侧，木板放在光滑的水平地面上，物块与木板之间的动摩擦因数为 $\mu =$

0.2.在木板上施加一水平向右的拉力 F ，在 $0 \sim 3s$ 内 F 的变化如图2所示，图中 F

以 mg 为单位，重力加速度 $g = 10m/s^2$ ，整个系统开始时静止。



(1)求 1s、1.5s、2s、3s 末木板的速度以及 2s、3s 末物块的速度；

(2)在同一坐标系中画出 0~3s 内木板和物块的 $v-t$ 图象，据此求 0~3s 内物块相对于木板滑过的距离。

【答案】(1)(2)

【解析】(1)设木板和物块的加速度分别为 a 和 a' ，在 t 时刻木板和物块的速度分别为 v_t 和 v'_t ，木板和物块之间摩擦力的大小为 f ，依牛顿第二定律、运动学公式和摩擦定律得

$$f = ma' \quad \text{①}$$

$$f = \mu mg, \text{ 当 } v'_t < v_t \quad \text{②}$$

$$v'_{t_2} = v'_{t_1} + a'(t_2 - t_1) \quad \text{③}$$

$$F - f = (2m)a \quad \text{④}$$

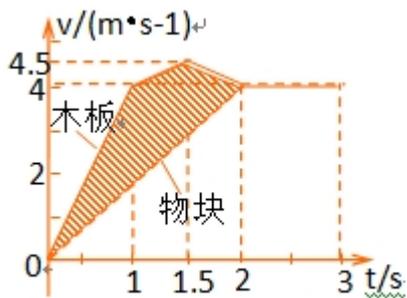
$$v_{t_2} = v_{t_1} + a(t_2 - t_1) \quad \text{⑤}$$

由①②③④⑤式与题给条件得

$$v_1 = 4 \text{ m/s}, v_{1.5} = 4.5 \text{ m/s}, v_2 = 4 \text{ m/s}, v_3 = 4 \text{ m/s} \quad \text{⑥}$$

$$v'_2 = 4 \text{ m/s}, v'_3 = 4 \text{ m/s} \quad \text{⑦}$$

(2)由⑥⑦式得到物块与木板运动的 $v-t$ 图象，如右图所示。



在 $0 \sim 3\text{s}$ 内物块相对于木板的距离 Δs 等于木板和物块 $v-t$ 图线下的面积之差，即图中带阴影的四边形面积，该四边形由两个三角形组成，上面的三角形面积为 0.25m ，下面的三角形面积为 2m ，因此

$$\Delta s = 2.25\text{m} \quad \textcircled{8}$$

66.(2010·四川卷·T23)质量为 M 的拖拉机拉着耙来耙地，由静止开始做匀加速直线运动，在时间 t 内前进的距离为 s 。耙地时，拖拉机受到的牵引力恒为 F ，受到地面的阻力为自重的 k 倍，耙所受阻力恒定，连接杆质量不计且与水平面的夹角 θ 保持不变。求：



- (1) 拖拉机的加速度大小。
- (2) 拖拉机对连接杆的拉力大小。
- (3) 时间 t 内拖拉机对耙做的功。

【答案】(1) $a = \frac{2s}{t^2}$ (2) $f' = f = \frac{1}{\cos \theta} [F - M(kg + \frac{2s}{t^2})]$ (3)

$$W = [F - M(kg + \frac{2s}{t^2})]s$$

【解析】本题主要考查了牛顿定律、力对物体做功和受力分析等知识点，很容易。

对考生能用物理知识解决实际问题的能力的考查。

(1)由匀变速运动的公式： $s = \frac{1}{2}at^2$ ①得 $a = \frac{2s}{t^2}$ ②

(2)设连接杆对拖拉机的拉力为 f ，由牛顿第二定律得： $F - kMg - f \cos \theta = Ma$ ③

根据牛顿第三定律，联立②③式，解得拖拉机对连接杆的拉力大小为：

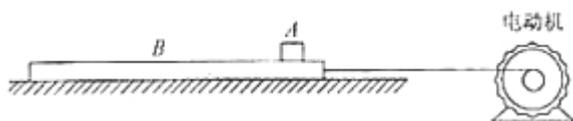
$$f' = f = \frac{1}{\cos \theta} [F - M(kg + \frac{2s}{t^2})] \text{ ④}$$

(3)拖拉机对耙做的功： $W = f's \cos \theta$ ⑤

联立④⑤式，解得

$$W = [F - M(kg + \frac{2s}{t^2})]s \text{ ⑥}$$

67.(2010·福建卷·T22)如图所示，物体 A 放在足够长的木板 B 上，木板 B 静止于水平面。 $t=0$ 时，电动机通过水平细绳以恒力 F 拉木板 B，使它做初速度为零，加速度 $a_B=1.0\text{m/s}^2$ 的匀加速直线运动。已知 A 的质量 m_A 和 B 的质量 m_B 均为 2.0kg ，A、B 之间的动摩擦因数 $\mu_1=0.05$ ，B 与水平面之间的动摩擦因数 $\mu_2=0.1$ ，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等，重力加速度 g 取 10m/s^2 。求



(1)物体 A 刚运动时的加速度 a_A

(2) $t=1.0\text{s}$ 时，电动机的输出功率 P ；

(3)若 $t=1.0s$ 时, 将电动机的输出功率立即调整为 $P'=5W$, 并在以后的运动过程中始终保持这一功率不变, $t=3.8s$ 时物体 A 的速度为 $1.2m/s$ 。则在 $t=1.0s$ 到 $t=3.8s$ 这段时间内木板 B 的位移为多少?

【答案】(1) $a_A = 0.5m/s^2$ (2) $7W$ (3) $s = s_1 + s_2 = 3.03m$ (或取 $s = 3.0m$)

(1)物体 A 在水平方向上受到向右的摩擦力, 由牛顿第二定律的

$$\mu_1 m_A g = m_A a_A \quad \text{①}$$

由①并代入数据解得

$$a_A = 0.5m/s^2 \quad \text{②}$$

(2) $t_1 = 1.0s$ 时, 木板 B 的速度大小为

$$v_1 = a_B t_1 \quad \text{③}$$

木板 B 所受拉力 F , 由牛顿第二定律有

$$F - \mu_1 m_A g - \mu_2 (m_A + m_B) g = m_B a_B \quad \text{④}$$

电动机输出功率

$$P_1 = F v_1 \quad \text{⑤}$$

由③④⑤并代入数据解得 $P_1 = 7W$ ⑥

(3)电动机的输出功率调整为 $5W$ 时, 设细绳对木板 B 的拉力为 F' , 则

$$P' = F' v_1 \quad \text{⑦}$$

代入数据解得 $F' = 5N$ ⑧

$$\text{木板 B 受力满足 } F' - \mu_1 m_A g - \mu_2 (m_A + m_B) g = 0 \quad \textcircled{9}$$

所以木板 B 将做匀速直线运动, 而物体 A 则继续在 B 上做匀速直线运动直到 A、B 速度相等。设这一过程实际为 t' , 有

$$v_1 = a_A (t_1 + t') \quad \textcircled{10}$$

$$\text{这段时间内 B 的位移 } s_1 = v_1 t' \quad \textcircled{11}$$

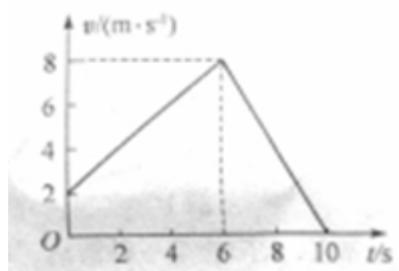
B 速度相同后, 由于 $F > \mu_2 (m_A + m_B) g$ 且电动机输出功率恒定, A、B 将一起做加速逐渐减小的变加速运动。由动能定理得

$$P'(t_2 - t' - t_1) - \mu_2 (m_A + m_B) g s_2 = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_A^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_1^2 \quad \textcircled{12}$$

由②③⑩⑪⑫并代入数据解得

木板 B 在 $t = 1.0s$ 到 $t = 3.8s$ 这段时间的位移 $s = s_1 + s_2 = 3.03m$ (或取 $s = 3.0m$)

68.(2010·安徽卷·T22)质量为 $2kg$ 的物体在水平推力 F 的作用下沿水平面作直线运动, 一段时间后撤去 F , 其运动的 $v-t$ 图像如图所示。 g 取 $10m/s^2$, 求:



- (1) 物体与水平面间的运动摩擦系数 μ ;
- (2) 水平推力 F 的大小 ;
- (3) $0-10s$ 内物体运动位移的大小。

【解析】本题是关于运用牛顿定律解决运动学问题的一道题。

解：(1)设物体做匀减速直线运动的时间为 Δt_2 、初速度为 v_{20} 、

末速度为 v_{2t} 、加速度为 a_2 ，则

$$a_2 = \frac{v_{2t} - v_{20}}{\Delta t_2} = -2m/s^2 \quad \text{①}$$

设物体所受的摩擦力为 F_f ，根据牛顿第二定律，有

$$F_f = ma_2 \quad \text{②}$$

$$F_f = -\mu mg \quad \text{③}$$

联立②③得

$$\mu = \frac{-a^2}{g} = 0.2 \quad \text{④}$$

(2)设物体做匀加速直线运动的时间为 Δt_1 、初速度为 v_{10} 、末速度为 v_{1t} 、加速度为

a_1 ，则

$$a_1 = \frac{v_{1t} - v_{10}}{\Delta t_1} = 1m/s^2 \quad \text{⑤}$$

根据牛顿第二定律，有

$$F + F_f = ma_1 \quad \text{⑥}$$

联立③⑥，得：

$$F = \mu mg + ma_1 = 6N$$

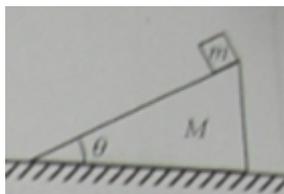
(3)解法一：由匀速直线运动位移公式，得

$$x = x_1 + x_2 = v_{10}\Delta t_1 + \frac{1}{2}a_1 v t_1^2 + v_{20}\Delta t_2 + \frac{1}{2}a_2\Delta t_2^2 = 46m$$

解法二：根据 $v-t$ 图象围成的面积，得

$$x = \left(\frac{v_{10} + v_{1t}}{2} \times v t_1 + \frac{1}{2} \times v_{20} \times v t_2\right) = 46m$$

69.(2010·上海卷·T31)倾角 $\theta = 37^\circ$ ，质量 $M=5\text{kg}$ 的粗糙斜面位于水平地面上，质量 $m=2\text{kg}$ 的木块置于斜面顶端，从静止开始匀加速下滑，经 $t=2\text{s}$ 到达底端，运动路程 $L=4\text{m}$ ，在此过程中斜面保持静止($\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8, g$ 取 10m/s^2)，求：



- (1)地面对斜面的摩擦力大小与方向；
- (2)地面对斜面的支持力大小
- (3)通过计算证明木块在此过程中满足动能定理。

【解析】(1)隔离法：

对木块： $mg \sin \theta - f_1 = ma$ ， $mg \cos \theta - N_1 = 0$

因为 $s = \frac{1}{2}at_2^2$ ，得 $a = 2\text{m/s}^2$

所以， $f_1 = 8\text{N}$ ， $N_1 = 16\text{N}$

对斜面：设摩擦力 f 向左，则 $f = N_1 \sin \theta - f_1 \cos \theta = 3.2N$ ，方向向左。

(如果设摩擦力 f 向右，则 $f = -N_1 \sin \theta + f_1 \cos \theta = -3.2N$ ，同样方向向左。)

(2)地面对斜面的支持力大小 $N = f = N_1 \cos \theta + f_1 \sin \theta = 67.6N$

(3)木块受两个力做功。

重力做功： $W_G = mgh = mgs \sin \theta = 48J$

摩擦力做功： $W_f = -fs = -32J$

合力做功或外力对木块做的总功： $W = W_G + W_f = 16J$

动能的变化 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot (at)^2 = 16J$

所以，合力做功或外力对木块做的总功等于动能的变化(增加)，证毕。

70.(2010·新课标 I 卷·T24.)短跑名将博尔特在北京奥运会上创造了 100m 和 200m 短跑项目的新世界纪录，他的成绩分别是 9.69 s 和 19.30 s。假定他在 100 m 比赛时从发令到起跑的反应时间是 0.15 S，起跑后做匀加速运动，达到最大速率后做匀速运动。200 m 比赛时，反应时间及起跑后加速阶段的加速度和加速时间与 100 m 比赛时相同，但由于弯道和体力等因素的影响，以后的平均速率只有跑 100 m 时最大速率的 96%。求：

(1)加速所用时间和达到的最大速率；

(2)起跑后做匀加速运动的加速度。

(结果保留两位小数)

【答案】(1) $v = 11.24\text{m/s}$ (2) 8.71m/s^2

【解析】(1) 设加速所用时间为 t (以 s 为单位), 迅速运动的速度为 v (以 m/s 为单位),

$$\text{则有 } \frac{1}{2}vt + (9.69 - 0.15 - t)v = 100 \quad \text{①}$$

$$\frac{1}{2}vt + (19.30 - 0.15 - t) \times 0.96v = 200 \quad \text{②}$$

$$\text{由①②式得 } t = 1.29\text{s} \quad \text{③} \quad v = 11.24\text{m/s} \quad \text{④}$$

$$\text{(2) 设加速度大小为 } a, \text{ 则 } a = \frac{v}{t} = 8.71\text{m/s}^2 \quad \text{⑤}$$