



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品 高考复习方案

主编：肖德好

作业手册
物理
YN

CONTENTS



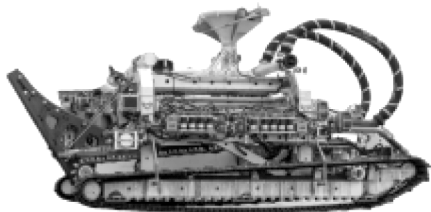
第1讲	运动的描述	339
第2讲	匀变速直线运动的规律与应用	341
第3讲	自由落体运动与竖直上抛运动 多过程问题	343
专题一	直线运动中的图像问题	345
专题二	追及、相遇问题	347
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	349
第4讲	重力 弹力 摩擦力	351
第5讲	力的合成与分解	353
第6讲	牛顿第三定律 共点力的平衡	355
专题三	动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	357
实验二	探究弹簧弹力与形变量的关系	359
实验三	探究两个互成角度的力的合成规律	361
第7讲	牛顿第一定律、牛顿第二定律	363
第8讲	牛顿第二定律的基本应用	365
专题四	牛顿第二定律的综合应用	367
专题五	“传送带”模型中的动力学问题	369
专题六	“滑块—木板”模型中的动力学问题	371
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	373
第9讲	曲线运动 运动的合成与分解	375
第10讲	平抛运动	377
第11讲	斜抛运动 抛体运动中的临界问题	379
实验五	探究平抛运动的特点	381
第12讲	圆周运动	383
专题七	圆周运动的临界问题	385
实验六	探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	387
第13讲	万有引力定律及应用	389
第14讲	人造卫星 宇宙速度	391
专题八	卫星变轨问题 双星、多星问题	393
力与运动综合集训		
第15讲	功、功率	399
第16讲	动能定理及其应用	401
专题九	应用动能定理解决多过程问题	403
第17讲	机械能守恒定律及其应用	405
第18讲	功能关系 能量守恒定律	407
专题十	动力学和能量观点的综合应用	409
实验七	验证机械能守恒定律	411
第19讲	动量定理及应用	414
第20讲	动量守恒定律及应用	416
第21讲	碰撞 反冲现象	418
专题十一	“滑块—斜(曲)面”模型和“滑块—弹簧”模型	420
专题十二	“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	422
专题十三	力学三大观点的综合应用	424
实验八	验证动量守恒定律	426

能量和动量综合集训	
第 22 讲 机械振动	432
实验九 用单摆测量重力加速度	434
第 23 讲 机械波	436
第 24 讲 静电场中力的性质	339
第 25 讲 静电场中能的性质	341
专题十四 电场中的图像问题	343
第 26 讲 电容器 带电粒子在电场中的直线运动	345
实验十 观察电容器的充、放电现象	347
第 27 讲 带电粒子在电场中的偏转	349
专题十五 带电粒子在交变电场中的运动	351
专题十六 带电粒子在电场中运动的综合问题	353
第 28 讲 电路及其应用	355
第 29 讲 闭合电路的欧姆定律	357
专题十七 电学实验基础	359
专题十八 测量电阻的其他几种方法	361
实验十一 测量金属丝的电阻率	363
实验十二 用多用电表测量电学中的物理量	366
实验十三 测量电源的电动势和内阻	368
第 30 讲 磁场及其对电流的作用	370
第 31 讲 磁场对运动电荷(带电体)的作用	372
专题十九 磁场中的“动态圆”模型	374
专题二十 洛伦兹力与现代科技	376
专题二十一 带电粒子在组合场中的运动	378
专题二十二 带电粒子在叠加场和立体空间中的运动	380
第 32 讲 电磁感应现象 楞次定律 实验十四 探究影响感应电流方向的因素	382
第 33 讲 法拉第电磁感应定律、自感和涡流	384
专题二十三 电磁感应中的电路和图像问题	386
专题二十四 电磁感应中的动力学和能量问题	388
专题二十五 动量观点在电磁感应中的应用	390
电磁学综合集训	
第 34 讲 交变电流的产生及描述	397
第 35 讲 变压器 远距离输电 实验十五 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	399
第 36 讲 电磁振荡与电磁波 传感器 实验十六 利用传感器制作简单的自动控制装置	401
第 37 讲 光的折射和全反射	403
第 38 讲 光的波动性	405
第 39 讲 光学实验	407
第 40 讲 分子动理论 内能	409
第 41 讲 固体、液体和气体	411
专题二十六 气体实验定律的综合应用	413
第 42 讲 气体实验定律与热力学定律综合问题	415
第 43 讲 热学实验	417
第 44 讲 光电效应	419
第 45 讲 波粒二象性 物质波 原子结构与玻尔理论	421
第 46 讲 原子核	423
参考答案	506

第1讲 运动的描述 (限时40分钟)

基础巩固练

1. [2025·浙江1月选考] 我国水下敷缆机器人如图所示,具有“搜寻—挖沟—敷埋”一体化作业能力.可将机器人看成质点的是 ()

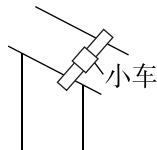
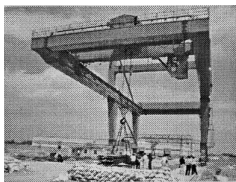


- A. 操控机器人进行挖沟作业
B. 监测机器人搜寻时的转弯姿态
C. 定位机器人在敷埋线路上的位置
D. 测试机器人敷埋作业时的机械臂动作

2. [2026·安徽阜阳二中开学考] 用物理的知识来分析古诗文,别有一番趣味.以下古诗文中关于参考系的选择,解释正确的是 ()

- A. “人从桥上过,桥流水不流”——“桥流”是以桥为参考系
B. “两岸青山相对出,孤帆一片日边来”——“青山相对出”是以两岸为参考系
C. “满眼风波多闪烁,看山恰似走来迎.子细看山山不动,是船行”——“山不动”是以船为参考系
D. “不疑行舫动,唯看远树来”——“唯看远树来”是以舫为参考系

3. 如图所示,桥式起重机主要由可移动“桥架”“小车”和固定“轨道”三部分组成.在某次作业中,桥架沿轨道单向移动了8 m,小车在桥架上单向移动了6 m,该次作业中小车相对地面的位移大小为 ()



- A. 6 m
B. 8 m
C. 10 m
D. 14 m

4. [2025·四川卷] 2025年4月30日,神舟十九号载人飞船成功返回.某同学在观看直播时注意到,返回舱从高度3090 m下降到高度2010 m,用时约130 s.这段时间内,返回舱在竖直方向上的平均速度大小约为 ()

- A. 8.3 m/s
B. 15.5 m/s
C. 23.8 m/s
D. 39.2 m/s

5. “打羽毛球”是一种常见的体育健身活动.在一次羽毛球比赛中,羽毛球以大小为6 m/s的速度水平向右飞来时,运动员迅速挥拍将羽毛球以16 m/s的速度水平向左击出.若球拍击打羽毛球的时间为0.1 s,以向左为正方向,则运动员击球过程中,羽毛球的平均加速度为 ()

- A. 100 m/s²
B. -100 m/s²
C. 220 m/s²
D. -220 m/s²

6. [2026·山西太原育英中学开学考] 在某高中运动会上,某班运动员顽强拼搏,挑战极限,取得了优异的成绩.下面关于运动员们“快”字的理解错误的是 ()

- A. 小李同学在800米决赛中取得了第一名,同学们纷纷说他跑得“快”,是指小李同学的平均速率大
B. 小王同学在100米决赛中起跑很“快”,是指小王同学起跑时的加速度大
C. 小刘同学在100米决赛中取得了第一名,同学们说小刘同学跑得好“快”,是指运动相同的路程,小刘同学用的时间短
D. 在100米决赛中,小刘同学取得了第一名,小王同学取得了第二名,同学们说小刘同学比小王同学跑得“快”,是指任意时刻小刘同学的速度都比小王同学大

7. [2025·湖北黄石期末] 2025年2月哈尔滨亚冬会上,中国运动员在速度滑冰男子500米决赛(在标准椭圆形400米冰道上进行)中,以34秒95的成绩夺得冠军.对运动员整个决赛过程描述正确的是 ()

- A. 比赛中运动员的位移大小是500 m
B. 运动员全程的平均速度大小等于平均速率
C. 研究运动员的冲线技巧时,不可以把运动员看作质点
D. 运动员在直线赛道上保持高速滑行时,加速度一定也很大

8. 小李在网络上观看了梦天实验舱发射视频,观察到火箭在发射后第6 s末到第8 s末的位移大小约为火箭长度的 $\frac{4}{5}$,他又上网查到运载梦天实验舱的长征五号B遥四运载火箭全长为53.7 m,则火箭发射后第6 s末至第8 s末的平均速度最接近 ()

- A. 20 m/s
B. 10 m/s
C. 5 m/s
D. 2 m/s

综合提升练

9. [2026·辽宁部分学校开学联考] 某同学学习物理知识时喜欢做笔记,但是比较粗心,记录时经常出错.下列各项内容均为该同学记录的笔记,其中记录正确的是 ()

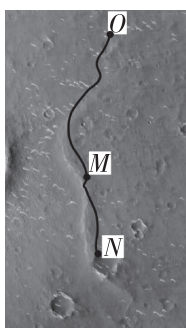
- A. 加速度就是增加的速度
- B. 物体的速度越小,其加速度也一定越小
- C. 物体的速度为零,其加速度不一定为零
- D. 物体的速度为零,它的速度变化量一定为零

10. 如图所示,车轮半径为 0.6 m 的自行车,在水平地面上不打滑并沿直线运动.气门芯从最高点第一次到达最低点的位移大小约为 ()



- A. 1.2 m
- B. 1.8 m
- C. 2.2 m
- D. 3.6 m

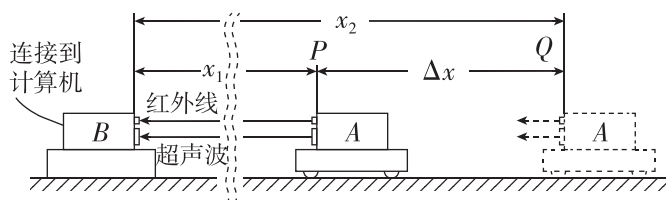
11. [2023·福建卷] “祝融号”火星车沿如图所示路线行驶,在此过程中揭秘了火星乌托邦平原浅表分层结构,该研究成果被列为“2022 年度中国科学十大进展”之首.“祝融号”从着陆点 O 处出发,经过 61 天到达 M 处,行驶路程为 585 米;又经过 23 天,到达 N 处,行驶路程为 304 米.已知 O 、 M 间和 M 、 N 间的直线距离分别约为 463 米和 234 米,则火星车 ()



- A. 从 O 处行驶到 N 处的路程为 697 米
- B. 从 O 处行驶到 N 处的位移大小为 889 米
- C. 从 O 处行驶到 M 处的平均速率约为 20 米/天
- D. 从 M 处行驶到 N 处的平均速度大小约为 10 米/天

12. 下图是利用位移传感器测量速度的示意图.这个系统由发射器 A 与接收器 B 组成,发射器 A 能够发射红外线和超声波信号,接收器 B 可以接收红外线和超声波信号.发射器 A 固定在被测的运动物体上,接收器 B 固定在桌面上.测量时 A 向 B 同时发射一个红外线脉冲和一个超声波脉冲(即持续时间很短的一束红外线和一束超声波).已知实验时超声波传播速度约为 300 m/s ,红外线的传播速度约为 $3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ (由于 A 、 B 距离近,红外线传播速度太快,红外线的传播时间可以忽略).请根据以上数据和下表数据回答下面的问题:

红外线接收时刻/s	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
超声波接收时刻/s	0.101	0.202	0.303	0.404	0.505



- (1) 小车是靠近接收器还是远离接收器? 请说明理由.
- (2) 估算小车在 0.4 s 末的瞬时速度大小.

第2讲 匀变速直线运动的规律与应用 (限时40分钟)

基础巩固练

1. [2025·江苏卷] 新能源汽车在辅助驾驶系统测试时,感应到前方有障碍物立刻制动,做匀减速直线运动.2 s内速度由12 m/s减为0.该过程中加速度大小为 ()

- A. 2 m/s^2 B. 4 m/s^2
C. 6 m/s^2 D. 8 m/s^2

2. [2026·河北百师联盟开学考] 某同学骑自行车以6 m/s的初速度沿足够长的斜坡向下做匀加速直线运动,加速度大小是 2 m/s^2 ,经过5 s,他在斜坡上通过的路程是 ()

- A. 30 m B. 25 m
C. 55 m D. 80 m

3. [2025·广西卷] 某乘客乘坐的动车进站时,动车速度从36 km/h减小为0,此过程可视为匀减速直线运动,期间该乘客的脉搏跳动了70次.已知他的脉搏跳动每分钟约为60次,则此过程动车行驶距离约为 ()

- A. 216 m B. 350 m
C. 600 m D. 700 m

4. 如图所示是劳动生产中钉钉子的情景.若某次敲击过程中,钉子竖直向下运动的位移 $x(\text{m})$ 随时间 $t(\text{s})$ 变化的规律为 $x = -2t^2 + 0.4t$,则在本次敲击过程中,下列说法正确的是 ()



- A. 钉子的初速度大小为 2 m/s
B. 钉子做匀加速直线运动
C. 前0.15 s内钉子的位移大小为0.02 m
D. 前0.01 s内钉子速度变化量的大小为 0.008 m/s

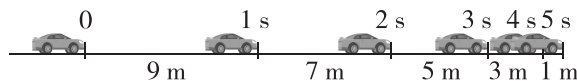
5. 一辆汽车从静止开始启动,先做初速度为零的匀加速直线运动,在匀加速运动过程中,前3 s内的平均速度为 4.5 m/s ,匀加速运动的时间共为8 s,下列说法正确的是 ()

- A. 匀加速运动的加速度大小为 1.5 m/s^2
B. 前2 s内的平均速度大小为 3 m/s

C. 匀加速运动的总位移大小为98 m

D. 5 s末的瞬时速度大小为 10 m/s

6. [2026·山西翼城中学开学考] 一辆汽车在笔直的道路上制动后做匀减速直线运动,利用相机,从汽车制动开始,每隔1 s对其拍摄一张照片,拍摄结束后,根据一定比例测出了每两次拍摄之间车运动的距离,将照片合成如图所示.下列说法正确的是 ()



- A. 汽车制动后做匀减速运动的加速度大小为 1 m/s^2
B. 汽车制动后第2 s内的平均速度大小为 8 m/s
C. 汽车制动后第1 s末的速度大小为 6 m/s
D. 汽车开始制动时的速度大小为 10 m/s

7. 汽车在平直的公路上以 72 km/h 的速度匀速行驶,司机发现险情时立即紧急刹车,汽车做匀减速直线运动直到停车,取汽车开始紧急刹车的时刻为0时刻,已知汽车在0~2 s内的位移大小为32 m,求:

- (1) 汽车刹车时的加速度大小;
(2) 汽车第4 s初的速度大小;
(3) 汽车在静止前1 s内的位移大小;
(4) 0~6 s内汽车的位移大小.

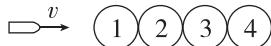
综合提升练

8. [2023·山东卷] 如图所示,电动公交车做匀减速直线运动进站,连续经过 R 、 S 、 T 三点,已知 ST 间的距离是 RS 的两倍, RS 段的平均速度是 10 m/s , ST 段的平均速度是 5 m/s ,则公交车经过 T 点时的瞬间速度为 ()



- A. 3 m/s B. 2 m/s
C. 1 m/s D. 0.5 m/s

9. [2025·重庆巴蜀中学期末] 如图所示,四个完全相同的装满水的薄皮气球水平固定排列,子弹射入水球中并沿水平线做匀变速直线运动,恰好能穿出第4号水球.球皮对子弹的阻力忽略不计,子弹可视为质点.下列说法正确的是 ()



- A. 子弹经过每个水球的过程中速度变化量均相同
B. 子弹穿出第2号水球时的速度等于穿过四个水球的平均速度
C. 子弹穿过每个水球所用时间依次为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ,则 $t_1+t_2+t_3=t_4$
D. 子弹穿过每个水球所用时间依次为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ,则 $\frac{t_1}{t_2}=\frac{t_3}{t_4}$

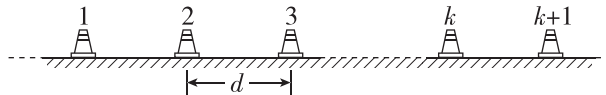
10. [2024·全国甲卷] 为抢救病人,一辆救护车紧急出发,鸣着笛沿水平直路从 $t=0$ 时由静止开始做匀加速运动,加速度大小 $a=2\text{ m/s}^2$,在 $t_1=10\text{ s}$ 时停止加速开始做匀速运动,之后某时刻救护车停止鸣笛, $t_2=41\text{ s}$ 时在救护车出发处的人听到救护车发出的最后的鸣笛声.已知声速 $v_0=340\text{ m/s}$,求:

- (1)救护车匀速运动时的速度大小;
(2)在停止鸣笛时救护车距出发处的距离.

拓展挑战练

11. [2024·广西卷] 如图所示,轮滑训练场沿直线等间距地摆放着若干个定位锥筒,锥筒间距 $d=0.9\text{ m}$,某同学穿着轮滑鞋向右匀减速滑行.现测出他从1号锥筒运动到2号锥筒用时 $t_1=0.4\text{ s}$,从2号锥筒运动到3号锥筒用时 $t_2=0.5\text{ s}$.求该同学:

- (1)滑行的加速度大小;
(2)最远能经过几号锥筒.



12. [2026·河北衡水二中一调] 历史上有科学家曾把在相等位移内速度变化相等的单向直线运动称为“匀变速直线运动”(现称“另类匀变速直线运动”).“另类加速度”定义为 $A=\frac{v_t-v_0}{x}$,其中 v_0 和 v_t 分别表示某段位移 x 内的初速度和末速度. $A>0$ 表示物体做加速运动, $A<0$ 表示物体做减速运动.

而现在物理学中加速度定义为 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$,下列说法正确的是 ()

- A. 若 A 不变,则 a 也不变
B. 若 $A>0$ 且保持不变,则 a 逐渐变大
C. 若 A 不变,则物体在中间时刻的速度为 $\frac{v_t+v_0}{2}$
D. 若 A 不变,则物体在中间位置处速度

为 $\sqrt{\frac{v_0^2+v_t^2}{2}}$

第3讲 自由落体运动与竖直上抛运动 多过程问题 (限时40分钟)

基础巩固练

1. [2024·广西卷] 让质量为 1 kg 的石块 P_1 从足够高处自由下落, P_1 在下落的第 1 s 末速度大小为 v_1 , 再将 P_1 和质量为 2 kg 的石块绑为一个整体 P_2 , 使 P_2 从原高度自由下落, P_2 在下落的第 1 s 末速度大小为 v_2 , g 取 10 m/s^2 , 不计空气阻力, 则

- ()
- A. $v_1 = 5\text{ m/s}$ B. $v_1 = 10\text{ m/s}$
C. $v_2 = 15\text{ m/s}$ D. $v_2 = 30\text{ m/s}$

2. 如图所示, 物理研究小组正在测量桥面某处到水面的高度. 一同学将两个相同的铁球 1、2 用长为 $L = 3.8\text{ m}$ 的细线连接. 用手抓住球 2 使其与桥面等高, 让球 1 悬挂在正下方, 然后由静止释放, 桥面处的接收器测得两球落到水面的时间差为 $\Delta t = 0.2\text{ s}$, g 取 10 m/s^2 , 不计空气阻力, 则桥面该处到水面的高度为



- ()
- A. 22 m B. 20 m
C. 18 m D. 16 m

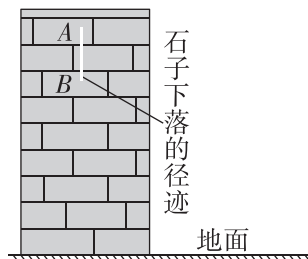
3. [2025·广东广州番禺中学模拟] 灯光音乐喷泉某次喷出的水柱在竖直方向上接近五层楼的高度. 根据生活经验可估算出该水柱从地面喷出时在竖直方向的分速度大小为

- ()
- A. 13 m/s B. 17 m/s
C. 21 m/s D. 25 m/s

4. (多选) [2026·湖南长沙一中月考] 将某物体以 30 m/s 的初速度竖直向上抛出, 不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 , 则 5 s 内物体的

- ()
- A. 路程为 65 m
B. 位移大小为 25 m , 方向竖直向上
C. 速度变化量的大小为 10 m/s
D. 平均速度大小为 13 m/s , 方向竖直向上

5. (教材题改编) 用照相机拍摄从某砖墙前的高处自由落下的石子, 拍摄到石子在空中的照片如图所示. 由于石子的运动, 它在照片上留下了一条模糊的径迹 AB . 已知石子从地面以上 2.5 m 的高度处下落, 每块砖的平均厚度为 6 cm , g 取 10 m/s^2 , 则



- ()
- A. 图中径迹长度约为 0.06 m
B. A 点离释放点的高度约为 0.5 m
C. 曝光时石子的速度大小约为 6.3 m/s
D. 照相机的曝光时间约为 0.01 s

6. [2025·东北三省精准教学联考] 羽毛球运动员在训练时, 将羽毛球以大小为 $v_0 = 15\text{ m/s}$ 的初速度竖直向上击出, 羽毛球在上升过程中受到恒定的空气阻力, 已知羽毛球上升到最高点所用的时间 $t_1 = 1.2\text{ s}$, 下列说法正确的是

- ()
- A. 羽毛球上升的最大高度为 10 m
B. 羽毛球上升的最大高度为 8 m
C. 羽毛球上升过程中, 经过 0.4 s 后, 速度大小为 5 m/s
D. 羽毛球上升过程中, 经过 0.8 s 后, 速度大小为 5 m/s

7. 一名宇航员在某星球上做自由落体运动实验, 让一个质量为 2 kg 的小球从一定的高度自由下落, 测得在第 4 s 内的位移是 42 m , 球仍在空中运动, 则

- ()
- A. 小球在 2 s 末的速度大小是 16 m/s
B. 该星球上的重力加速度为 12 m/s^2
C. 小球在第 4 s 末的速度大小是 42 m/s
D. 小球在 $0 \sim 4\text{ s}$ 内的位移是 80 m

综合提升练

8. [2025·辽宁辽阳模拟] 某人坐在树下看到熟透的苹果(视为质点)从树上掉下来, 从与头顶相同高度处落到水平地面所用的时间为 0.1 s . 已知头顶到地面的高度为 1.25 m , 不计空气阻力, 重力加速度大小取 10 m/s^2 , 则苹果

- ()
- A. 经过与头顶相同高度处时的速度大小为 10 m/s
B. 在空中运动的时间为 1.2 s
C. 刚掉落时离地的高度为 8.45 m
D. 落地时的速度大小为 12 m/s

9. 长为 l 的高速列车在平直轨道上正常行驶, 速率为 v_0 , 要通过前方一长为 L 的隧道, 当列车的任一部分处于隧道内时, 列车速率都不允许超过 v ($v < v_0$). 已知列车加速和减速时加速度的大小分别为 a 和 $2a$, 则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为 ()

- A. $\frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L + l}{v}$
 B. $\frac{v_0 - v}{a} + \frac{L + 2l}{v}$
 C. $\frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L + l}{v}$
 D. $\frac{3(v_0 - v)}{a} + \frac{L + 2l}{v}$

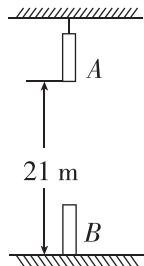
10. [2025 · 北京顺义一中模拟] 利用水滴下落可以粗略测量重力加速度 g 的大小. 某同学调节家中水龙头, 让水一滴一滴地流出, 在水龙头的正下方放一个盘子, 调整盘子的高度, 使一滴水刚碰到盘子时, 恰好有另一滴水刚开始下落, 而空中还有一滴水正在下落. 测出此时出水口到盘子的高度为 h , 从第 1 滴水开始下落到第 n 滴水刚落至盘中所用时间为 t . 下列说法正确的是 ()

- A. 第 1 滴水刚落至盘中时, 第 2 滴水距盘子的距离为 h 的一半
 B. 相邻两滴水开始下落的时间间隔为 $\frac{t}{n-1}$
 C. 每滴水在空中的下落时间为 $\frac{2t}{n+1}$
 D. 此地重力加速度的大小为 $\frac{h(n-1)^2}{2t^2}$

11. [2025 · 山东青岛十九中模拟] 如图所示, A 、 B 的长度均为 $l = 1$ m, A 为木棒, B 为圆筒, A 可以竖直穿过 B 且二者之间无接触, A 吊于高处, B 竖直置于 A 正下方的地面上, A 下端距地面高度为 $h_A = 21$ m. 现让 A 、 B 同时开始运动, A 自由下落, B 以 20 m/s 的初速度竖直上抛, 不计空气阻力, g 取 10 m/s².

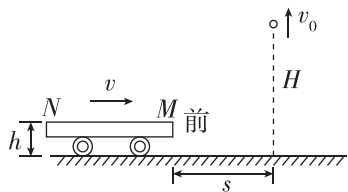
- (1) 求 B 上升到最高点的时间;
 (2) 求 B 的上端和 A 的下端相遇的时间;

(3) 当 B 的下端和 A 的上端分离时, 求 B 的下端距地面的高度.



12. [2026 · 四川石室天府中学开学考] 如图所示, 水平地面上有一辆平板车以大小为 $v = 2$ m/s 的速度向前匀速行驶, $t = 0$ 时刻, 在平板车前端 M 的正前方 $s = 4$ m 距离处有一个小球在离地面 $H = 6.8$ m 高度处正以 $v_0 = 10$ m/s 的初速度竖直向上抛出. 已知平板车上表面离地高度为 $h = 0.55$ m, 车身长度 $L = 3.5$ m, 重力加速度 g 取 10 m/s², 不计空气阻力.

- (1) 求小球运动过程中距离地面的最大高度;
 (2) 求小球落在平板车上的位置到车前端 M 的距离;
 (3) 为了避免小球落在平板车上, 小球竖直向上抛出的同时, 平板车开始做匀变速直线运动, 求平板车的加速度 a 需要满足的条件.

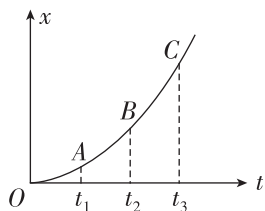


专题一 直线运动中的图像问题 (限时 40 分钟)

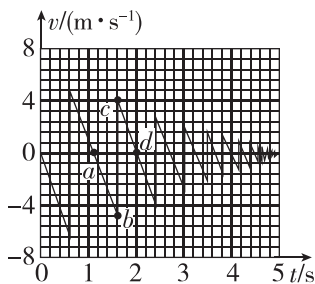
基础巩固练

1. 一物体做匀变速直线运动的 $x-t$ 图像如图所示, t_2 为 t_1 、 t_3 的中间时刻, 则 ()

- A. A、C 连线的斜率等于 t_2 时刻的瞬时速度
B. A、C 连线的斜率等于 t_3 时刻的瞬时速度
C. A、B 连线的斜率等于 t_1 时刻的瞬时速度
D. A、B 连线的斜率等于 t_2 时刻的瞬时速度

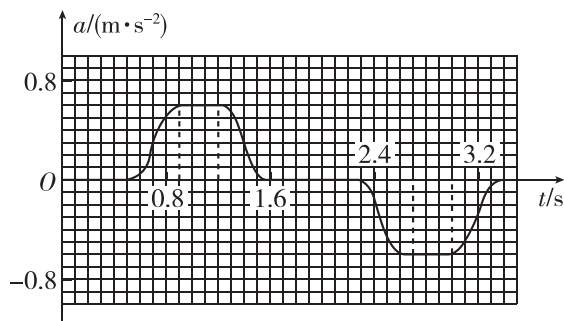


2. [2024·河北卷] 篮球比赛前, 常通过观察篮球从一定高度由静止下落后的反弹情况判断篮球的弹性. 某同学拍摄了该过程, 并得出了篮球运动的 $v-t$ 图像, 如图所示. 图像中 a、b、c、d 四点中对应篮球位置最高的是 ()



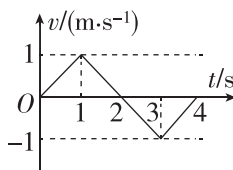
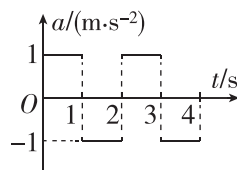
- A. a 点
B. b 点
C. c 点
D. d 点

3. [2025·贵州遵义质检] 小明利用手机传感器, 测得电梯从静止开始运行的加速度—时间图像如图所示. 手机传感器中加速度向上时为正值, 下列说法正确的是 ()

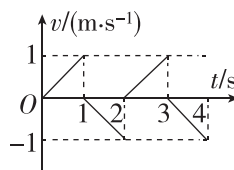


- A. 0.6~0.8 s 电梯处于匀加速上升阶段
B. 0.9~1.2 s 电梯处于匀速上升阶段
C. 0.9~1.2 s 电梯处于匀加速上升阶段
D. 1.7~2.3 s 电梯处于静止阶段

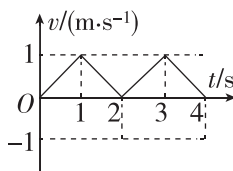
4. 一物体由静止开始沿直线运动, 其加速度随时间变化的规律如图所示. 取物体开始运动的方向为正方向, 则物体运动的 $v-t$ 图像正确的是 ()



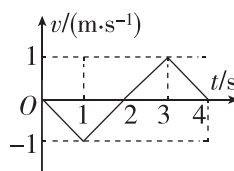
A



B

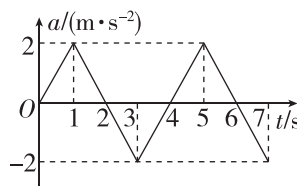


C

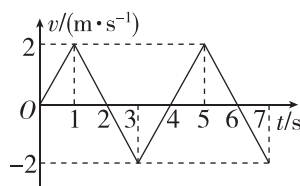


D

5. [2026·山东日照校际联考] $t=0$ 时刻, P、Q 两物体均从静止开始做直线运动, 其中 P 物体的加速度 a 随时间 t 变化的图像如图甲所示, Q 物体的速度 v 随时间 t 变化的图像如图乙所示, 下列判断正确的是 ()



甲

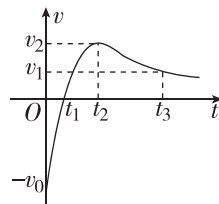


乙

- A. P 物体做往返运动
B. P 物体在 0~4 s 的时间内, 第 2 s 末的速度最大
C. Q 物体在 1~2 s 内和 2~3 s 内, 加速度方向相反
D. Q 物体在 0~6 s 的时间内, 平均速度为零

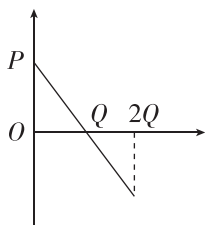
6. 水平面上运动的物块在外力作用下其速度随时间变化的图像如图所示, 图中 v_0 、 v_1 、 v_2 、 t_1 、 t_2 、 t_3 已知, 则下列说法正确的是 ()

- A. 在 t_1 时刻物块的加速度为零
B. 在 0~ t_1 时间内物块做匀变速运动
C. 在 t_1 ~ t_2 时间内物块运动的平均速度大于 $\frac{v_2}{2}$
D. 在 t_2 时刻物块的加速度最大



7. [2026·四川南充高级中学开学考] 一物体在水平面上做直线运动,运动图像如图所示,下列说法正确的是 ()

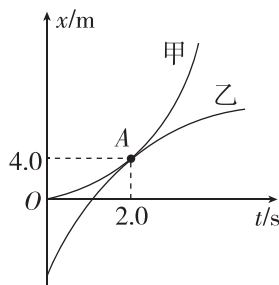
- A. 若为 $x-t$ 图像,则物体做匀减速直线运动
 B. 若为 $\frac{x}{t}-t$ 图像,则图像中所有点的纵坐标均表示物体在该时刻的瞬时速度
 C. 若为 $a-t$ 图像且物体初速度为零,则在 $0 \sim 2Q$ 时间内, Q 时刻物体的速度最大
 D. 若为 $v-x$ 图像,则物体做匀变速直线运动



综合提升练

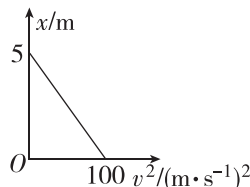
8. 如图所示为甲、乙两物体在同一直线上做匀变速直线运动的位移—时间图像,两图像相切于 A 点,其坐标为 $(2.0 \text{ s}, 4.0 \text{ m})$. 已知甲物体的初速度为零,乙物体的加速度大小为 1 m/s^2 ,由图像可知 ()

- A. 甲、乙两物体的运动方向相反,加速度方向相同
 B. 乙物体的初速度大小为 6 m/s
 C. 甲物体的加速度大小为 4 m/s^2
 D. $t=0$ 时刻,甲、乙两物体相距 10 m



9. 无人驾驶汽车作为汽车的前沿科技,目前尚在完善中,该汽车车头装有一个激光雷达,就像车辆的“鼻子”,随时“嗅”着前方 88 m 范围内车辆和行人的“气息”,制动反应时间为 0.2 s ,比有人驾驶汽车平均反应时间快 1 s . 下图为在某次测试场地进行制动测试时获得的一部分图像(v 为汽车的速度, x 为位置坐标). 关于该无人驾驶汽车在该路段的制动测试中,下列说法正确的是 ()

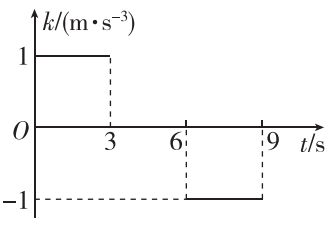
- A. 制动加速度大小为 20 m/s^2
 B. 以 30 m/s 的速度匀速行驶时,从“嗅”到前方行人“气息”到停止需要 3 s
 C. 以 30 m/s 的速度匀速行驶时,从“嗅”到前方行人“气息”到停止的距离为 45 m
 D. 最大安全速度是 40 m/s



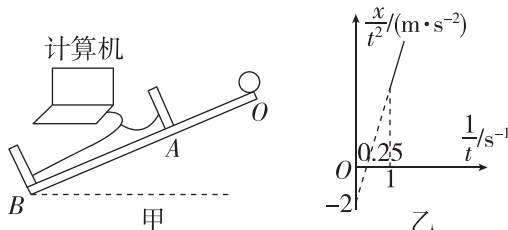
10. [2026·广东深圳外国语月考] 汽车工程学中将加速度随时间的变化率称为急动度 k ,急动度 k 是评判乘客是否感到舒适的重要指标. 如图所示为一辆汽车启动过程中的急动度 k 随时间 t 变化的关

系,已知 $t=0$ 时刻汽车速度和加速度均为零,汽车沿直线运动. 关于汽车在该过程中的运动,下列说法正确的是 ()

- A. $0 \sim 3 \text{ s}$ 汽车做匀加速直线运动
 B. $3 \sim 6 \text{ s}$ 汽车做匀速直线运动
 C. 6 s 末汽车的加速度大小为零
 D. 9 s 末汽车的速度大小为 18 m/s



11. [2026·湖南长沙一中月考] 物理学中有一些经典实验通过巧妙的设计使用简陋的器材反映了深刻的物理本质,例如伽利略的斜面实验就揭示了匀变速直线运动的规律. 某同学用现代实验器材改进伽利略的经典斜面实验,如图甲所示,他让小球以某一确定的初速度从固定斜面顶端 O 点滚下,经过 A 、 B 两个传感器,其中 B 传感器固定在斜面底端,测出了 A 、 B 间的距离 x 及小球在 A 、 B 间运动的时间 t . 改变 A 传感器的位置,多次重复实验,计算机作出图像如图乙所示. 请回答下列问题:



- (1) 小球在斜面上运动的加速度大小为多少?
 (2) 小球在顶端 O 处的速度大小为多少?
 (3) 固定斜面的长度为多少?

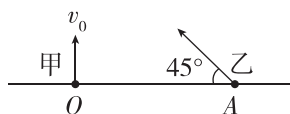
专题二 追及、相遇问题 (限时 40 分钟)

基础巩固练

1. 大雾天气行车容易发生交通事故. 在大雾中, 一辆客车以 10 m/s 的速度在平直公路上匀速行驶, 一辆轿车以 20 m/s 的速度同方向在同一公路上驶来, 轿车司机在距客车 100 m 时发现客车并立即紧急制动, 为不使两车相撞, 轿车的制动加速度至少为 ()

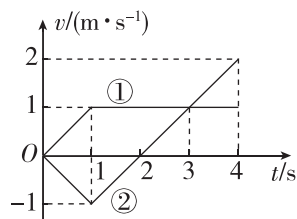
- A. 0.25 m/s^2 B. 0.5 m/s^2
C. 1 m/s^2 D. 2 m/s^2

2. [2026·安徽部分学校开学考] 如图所示(俯视图), $t=0$ 时刻兔子在水平面上的 O 点以 $v_0=4 \text{ m/s}$ 的速度垂直于 OA 做匀速直线运动, O 、 A 间的距离 $L=50 \text{ m}$, 狼在水平面上从 A 点做初速度为零的匀加速直线运动, 其加速度大小为 $a=\sqrt{2} \text{ m/s}^2$, 方向与 AO 的夹角为 45° . 若狼恰好捉兔成功, 则狼从 A 点起跑的时刻为 ()



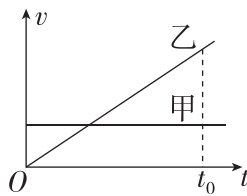
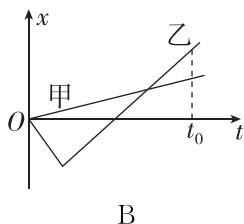
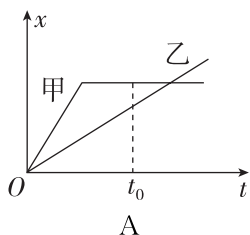
- A. $t=0.5 \text{ s}$ B. $t=2.5 \text{ s}$
C. $t=4.5 \text{ s}$ D. $t=6.5 \text{ s}$

3. 两质点从同一地点开始沿直线运动, 图中①、②分别为两质点的 $v-t$ 图线, 则两质点相距最远的时刻在 ()

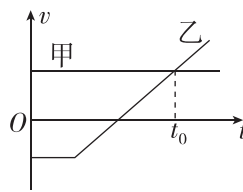


- A. $t=1 \text{ s}$ B. $t=2 \text{ s}$
C. $t=3 \text{ s}$ D. $t=4 \text{ s}$

4. (多选) 甲、乙两人骑车沿同一平直公路运动, $t=0$ 时经过路边的同一路标, 下列位移—时间($x-t$)图像和速度—时间($v-t$)图像对应的运动中, 甲、乙两人在 t_0 时刻之前能再次相遇的是 ()



C



D

5. [2025·山东东营期末] 许多电动汽车都配备了“智驾”系统. 当车距小于 10 m 时, 汽车主动刹车系统启动预判: 车载电脑通过雷达采集数据, 汽车经分析计算若保持原有运动状态在 0.6 s 后发生碰撞, 则汽车会主动刹车. 某智驾汽车以 $v_1=72 \text{ km/h}$ 的速度匀速行驶, 在汽车正前方相距 $L=20 \text{ m}$ 处有一大货车, 正以 $v_2=36 \text{ km/h}$ 的速度匀速行驶.

(1) 求经过多长时间, 汽车主动刹车;

(2) 若刹车时汽车的加速度大小为 8 m/s^2 , 通过计算判断是否会与货车相撞? 若不会相撞, 求两车之间的最小距离.

6. [2025·吉林长春第二实验中学期末] 在某次极限运动表演时,某一极限跳伞运动员从悬停的飞机中跳下,做自由落体运动,在 $t_1=6\text{ s}$ 时打开降落伞,打开伞后运动员做匀减速运动,加速度大小 $a=5\text{ m/s}^2$,运动员落地时速度刚好为0,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

(1)求运动员前 6 s 下落的高度 H_1 和飞机距离地面的高度 H ;

(2)若打开伞时飞机上掉下一个物体,物体也做自由落体运动,求物体落地前和运动员间最远的竖直距离 ΔH ;

(3)在(2)问的基础上通过计算说明运动员可不可以空中抓住该物体(假设物体和运动员在同一位置时就可以抓住物体).

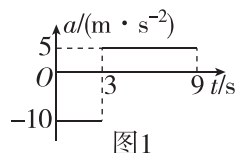


图1

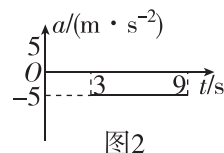


图2

- A. $t=3\text{ s}$ 时两车相距最近
B. $t=6\text{ s}$ 时两车速度不相等
C. $t=6\text{ s}$ 时两车距离最近,且最近距离为 10 m
D. 两车在 $0\sim 9\text{ s}$ 内会相撞

9. [2026·四川南充高级中学开学考] 现有两同学用安装有蓝牙设备的玩具小车甲、乙进行实验,如图1所示,甲、乙两车开始时处于同一直线上相距一定距离的 O_1 、 O_2 两点,同时向右做匀加速直线运动,以乙车所在位置为坐标原点,沿运动方向建立 x 坐标轴,甲、乙两车速度的平方 v^2 随 x 的变化图像分别如图2、3所示.已知当两车间距超过 $s_0=28\text{ m}$ 时,两车无法实现通信,忽略信号传递的时间.求:

- (1)甲、乙两车运动的加速度大小 a_1 、 a_2 ;
(2)甲、乙两车在相遇前的最大距离;
(3)甲、乙两车在相遇前能保持通信的时间.

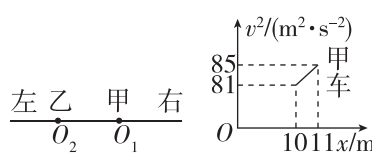


图1

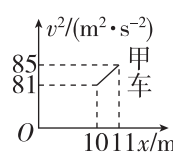


图2

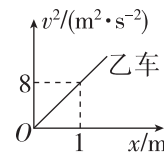


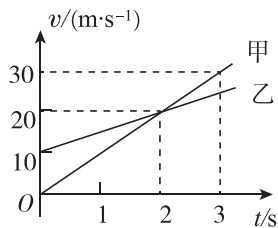
图3

综合提升练

7. (多选)甲、乙两车在平直公路上同向行驶,其 $v-t$ 图像如图所示.已知两车在 $t=3\text{ s}$ 时并排行驶,则

()

- A. 在 $t=1\text{ s}$ 时,甲车在乙车后
B. 在 $t=0$ 时,甲车在乙车前 7.5 m
C. 两车另一次并排行驶的时刻是 $t=2\text{ s}$



- D. 甲、乙车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 40 m

8. 假设高速公路上甲、乙两车在同一车道上同向行驶.甲车在前,乙车在后,速度均为 $v_0=30\text{ m/s}$.甲、乙相距 $x_0=100\text{ m}$, $t=0$ 时刻甲车遭遇紧急情况后,甲、乙两车的加速度随时间变化关系分别如图1、2所示.取运动方向为正方向.下列说法正确的是()

实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度) (限时 40 分钟)

基础巩固练

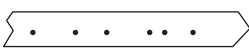
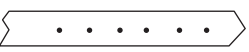
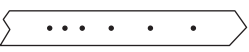
1. [2026·福建龙岩开学考试] 某同学在做“探究小车速度随时间变化的规律”实验,细线一端与小车相连,另一端绕过定滑轮悬挂钩码,通过打点计时器和纸带记录了小车的运动情况.请回答下列问题.

(1)电磁打点计时器是用于测量_____的仪器,工作电源是_____ (选填“交流电”或“直流电”),当频率是 50 Hz 时,相邻打点的时间间隔是_____ s.

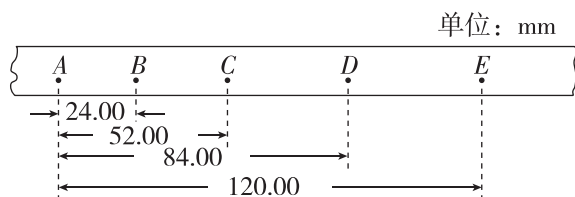
(2)接通电源与释放小车,这两个操作的先后顺序应当是_____ (填选项前字母).

- A. 先接通电源,后释放小车
- B. 先释放小车,后接通电源
- C. 释放小车的同时接通电源
- D. 先接通电源或先释放小车都可以

(3)如图所示,下列打点计时器打出的纸带中,表示小车做匀速运动的是_____ (填选项前字母).

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

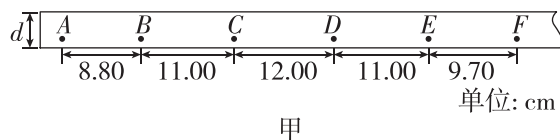
(4)如图是实验中得到的一条纸带. A、B、C、D、E 为我们在纸带上所选的计数点,相邻计数点间的时间间隔为 0.1 s. 打点计时器打下 C 点时小车的瞬时速度大小为_____ m/s (结果保留两位有效数字).



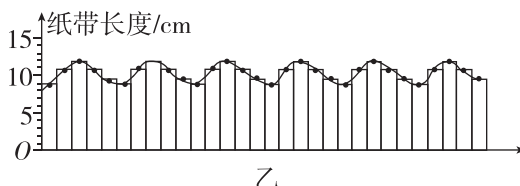
2. [2025·黑龙江哈尔滨期末] 某同学利用打点计时器分析自身步行时的速度特征. 她先把打点计时器固定在与自己腰部等高的桌面上,再把穿过限位孔的纸带与腰部相连. 当她沿直线步行时带动纸带运动,打点计时器便可以记录自己步行时的运动

信息.

(1)如图甲所示,选取点迹清晰的纸带,每 0.1 s 取一个计数点,则纸带中 B 点的瞬时速度大小为_____ m/s (结果保留两位有效数字).

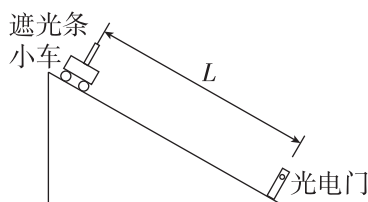


(2)如图乙所示,沿着各计数点位置把纸带裁开并编号,按编号顺序把剪出的纸带下端对齐并排粘贴在坐标纸上,把每段纸带上边中点连接成平滑曲线. 由图乙可估算该同学迈一步的距离为_____ m (结果保留两位有效数字).



(3)该同学用图乙继续研究自己运动的速度—时间关系,如果用纵坐标表示速度大小,横坐标表示时间,则纸带的横宽 d 对应横坐标中的时间长度为_____ s.

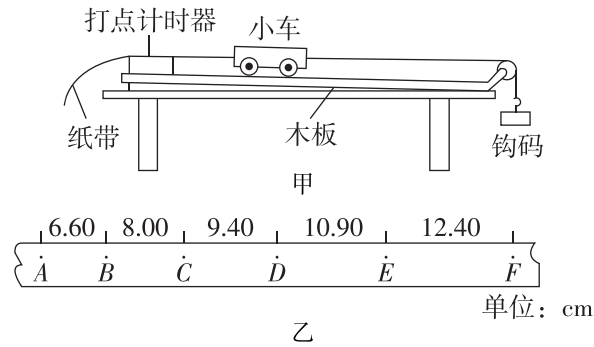
3. 为了测定斜面上小车下滑的加速度,某实验小组利用 DIS (数字化信息系统) 技术进行实验,如图所示. 当装有宽度为 $d = 2$ cm 的遮光条的小车经过光电门时,系统就会自动记录挡光时间,并由相应软件计算遮光条经过光电门的平均速度来表示瞬时速度. 某次实验中,小车从距离光电门中心为 L 处由静止释放,遮光条经过光电门的挡光时间为 $T = 0.04$ s.



- (1)计算经过光电门时小车的速度为_____ m/s.
- (2)试写出计算小车下滑的加速度 a 的表达式_____ (用 d 、 T 和 L 表示).
- (3)若 $L = 0.5$ m, 则小车下滑的加速度为_____ m/s².

(4)测量计算出来的加速度与真实的加速度相比_____ (选填“偏大”“偏小”或“相等”).

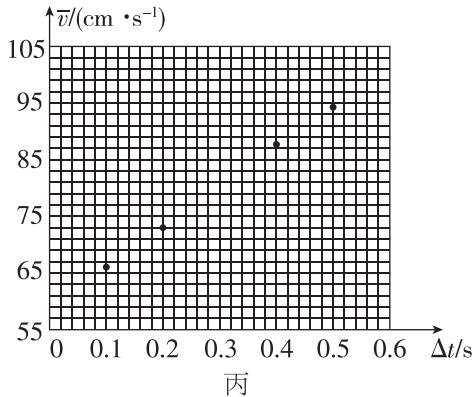
4. [2023·全国甲卷] 某同学利用如图甲所示的实验装置探究物体做直线运动时平均速度与时间的关系. 让小车左端和纸带相连. 右端用细绳跨过定滑轮和钩码相连. 钩码下落, 带动小车运动, 打点计时器打出纸带. 某次实验得到的纸带和相关数据如图乙所示.



(1)已知打出图乙中相邻两个计数点的时间间隔均为 0.1 s , 以打出 A 点时小车位置为初始位置, 将打出 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点时小车的位移 Δx 填到表中, 小车发生相应位移所用时间和平均速度分别为 Δt 和 $\bar{v}$. 表中 $\Delta x_{AD} =$ _____ cm , $\bar{v}_{AD} =$ _____ cm/s .

位移区间	AB	AC	AD	AE	AF
$\Delta x(\text{cm})$	6.60	14.60	Δx_{AD}	34.90	47.30
$\bar{v}(\text{cm/s})$	66.0	73.0	$\bar{v}_{AD}$	87.3	94.6

(2)根据表中数据得到小车平均速度 $\bar{v}$ 随时间 Δt 的变化关系, 如图丙所示. 补全图丙中实验点.

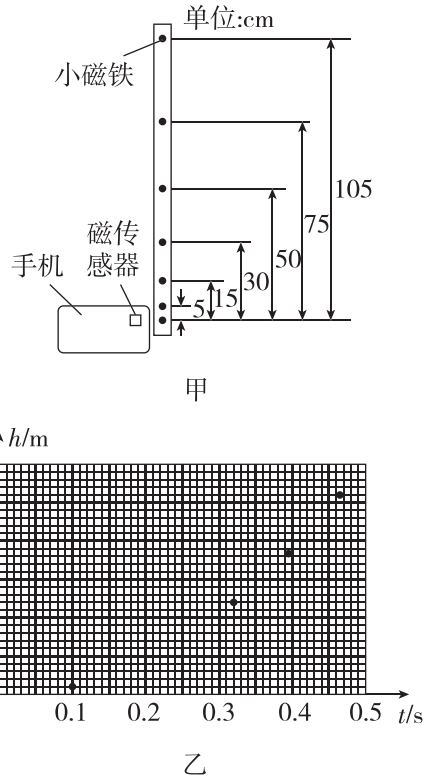


(3)从实验结果可知, 小车运动的 $\bar{v}-\Delta t$ 图线可视为一条直线, 此直线用方程 $\bar{v} = k\Delta t + b$ 表示, 其中 $k =$ _____ cm/s^2 , $b =$ _____ cm/s . (结果均保留 3 位有效数字)

(4)根据(3)中的直线方程可以判定小车做匀加速直线运动, 得到打出 A 点时小车速度大小 $v_A =$

_____, 小车的加速度大小 $a =$ _____. (结果用字母 k 、 b 表示)

5. [2024·贵州卷] 智能手机内置很多传感器, 磁传感器是其中一种. 现用智能手机内的磁传感器结合某应用软件, 利用长直木条的自由落体运动测量重力加速度. 主要步骤如下:



(1)在长直木条内嵌入 7 片小磁铁, 最下端小磁铁与其他小磁铁间的距离如图甲所示.

(2)开启磁传感器, 让木条最下端的小磁铁靠近该磁传感器, 然后让木条从静止开始沿竖直方向自由下落.

(3)以木条释放瞬间为计时起点, 记录下各小磁铁经过传感器的时刻, 数据如下表所示:

$h(\text{m})$	0.00	0.05	0.15	0.30	0.50	0.75	1.05
$t(\text{s})$	0.000	0.101	0.175	0.247	0.319	0.391	0.462

(4)根据表中数据, 补全图乙中的数据点, 并用平滑曲线绘制下落高度 h 随时间 t 变化的 $h-t$ 图线.

(5)由绘制的 $h-t$ 图线可知, 下落高度随时间的变化是 _____ (选填“线性”或“非线性”) 关系.

(6)将表中数据利用计算机拟合出下落高度 h 与时间的平方 t^2 的函数关系式为 $h = 4.916t^2(\text{SI})$. 据此函数可得重力加速度大小为 _____ m/s^2 . (结果保留 3 位有效数字)

第4讲 重力 弹力 摩擦力 (限时 40 分钟)

基础巩固练

1. 关于重力的大小和方向,以下说法中正确的是 ()

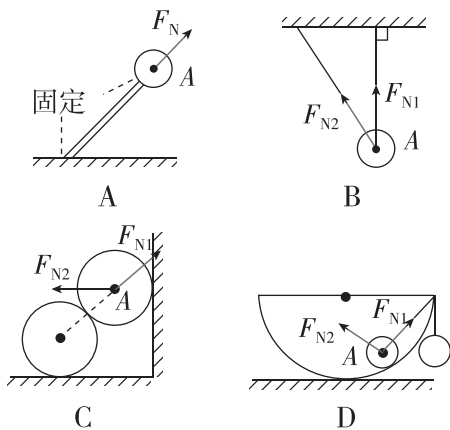
- A. 在地球上方的物体都要受到重力作用,所受的重力与它的运动状态无关,也与是否存在其他力的作用无关
- B. 在地球各处的重力方向都是一样的
- C. 物体的重力作用在重心上,把重心挖去物体就不会受到重力作用
- D. 对某一物体而言,其重力的大小总是一个恒量,不因物体从赤道移到南极而变化

2. 如图所示,用手指转动旋钮,在这一过程中手指和旋钮之间 ()

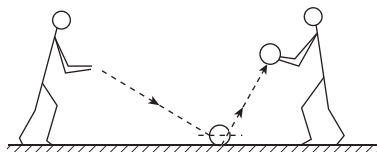
- A. 只有摩擦力
- B. 既没有弹力,也没有摩擦力
- C. 只有弹力
- D. 既有弹力,又有摩擦力



3. 如图所示的各物体均处于静止状态,图中画出了小球A所受弹力的情况,其中正确的是 ()



4. [2025·广东茂名七校联盟联考] 篮球比赛中的击地传球是指持球者在传球时,为闪躲防守队员防守而将球经击地后传给队友,如图所示,下列说法正确的是 ()



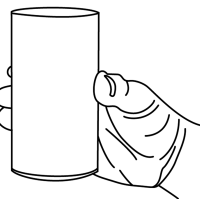
- A. 篮球对水平地面的弹力方向斜向下
- B. 水平地面对篮球的弹力方向竖直向下
- C. 水平地面受到的压力是由于篮球发生了形变而产生的
- D. 篮球受到水平地面的支持力大于篮球对水平地面的压力

5. 一根轻质弹簧一端固定,用大小为 F 的力压弹簧的另一端,平衡时弹簧长度为 l_1 ;改用大小为 F 的力拉弹簧的另一端,平衡时弹簧长度为 l_2 . 弹簧的拉伸或压缩均在弹性限度内,该弹簧的劲度系数为 ()

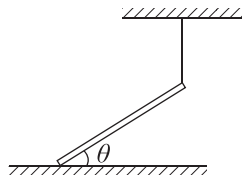
- A. $\frac{F}{l_1 + l_2}$
- B. $\frac{F}{l_2 - l_1}$
- C. $\frac{2F}{l_1 + l_2}$
- D. $\frac{2F}{l_2 - l_1}$

6. 如图所示,用手握住玻璃杯做以下动作时,下列对杯子所受的摩擦力描述正确的是 ()

- A. 水平匀速移动杯子,摩擦力为 0
- B. 匀速向上移动杯子,摩擦力向下
- C. 匀速向下移动杯子,摩擦力向下
- D. 保持杯子静止,无论手握的力多大,摩擦力都不变



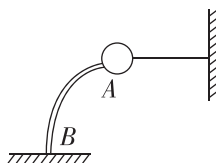
7. [2025·陕青宁晋卷] 如图所示,质量为 m 的均匀钢管,一端支在粗糙水平地面上,另一端被竖直绳悬挂,处于静止状态,钢管与水平地面之间的动摩擦因数为 μ 、夹角为 θ ,重力加速度大小为 g . 则地面对钢管左端的摩擦力大小为 ()



- A. $\mu mg \cos \theta$
- B. $\frac{1}{2} \mu mg$
- C. μmg
- D. 0

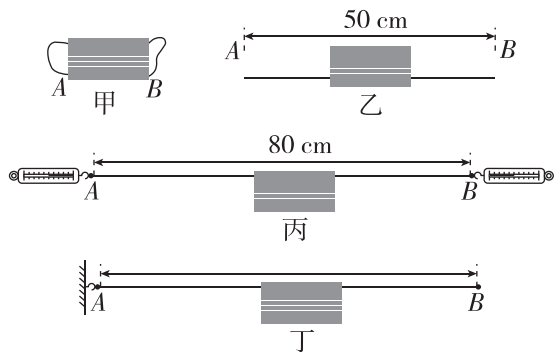
综合提升练

8. 如图所示,一重为 10 N 的小球固定在支杆 AB 的上端,今用一段绳子水平拉球,使杆发生弯曲,已知绳的拉力为 7.5 N, $\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$,则 AB 杆对球的作用力 ()



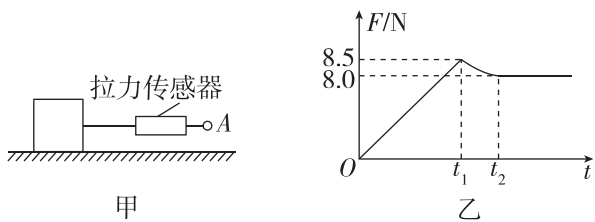
- A. 大小为 7.5 N
- B. 大小为 10 N
- C. 方向与水平方向成 53° 角斜向右下方
- D. 方向与水平方向成 53° 角斜向左上方

9. (多选)某物理探究小组测量图甲所示口罩(不计中间部分的长度变化)两侧弹性绳的劲度系数. ①将两条弹性绳 A、B 端拆离口罩并如图乙所示在水平面自然平展, 口罩总长度为 50 cm; ②如图丙所示, 用两个弹簧测力计沿同一水平线同时缓慢向外拉 A、B 端, 当两个弹簧测力计示数均为 0.9 N 时, 总长度为 80 cm. 不计一切阻力, 弹性绳始终处于弹性限度内, 根据以上数据可知 ()



- A. 图丙中, 每条弹性绳的形变量为 15 cm
- B. 图丙中, 口罩两侧受到的弹力均为 0
- C. 每条弹性绳的劲度系数为 6 N/m
- D. 若如图丁所示, 将 A 端固定到竖直墙上, B 端测力计示数为 0.9 N 时, 口罩总长度仍为 80 cm

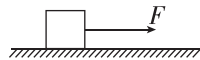
10. (多选)如图甲所示, 通过一拉力传感器(能测量力大小的装置)水平向右拉一静止在水平面上、质量为 5.0 kg 的木块, A 端的拉力均匀增加, $0 \sim t_1$ 时间内木块静止, 木块运动后改变拉力大小, 使木块在 t_2 后做匀速直线运动. 计算机对数据拟合处理后, 得到如图乙所示的拉力随时间变化的图线, 下列说法正确的是 (g 取 10 m/s^2) ()



- A. 当 $F = 6.0 \text{ N}$ 时, 木块与水平面间的摩擦力大小为 $F_{f1} = 6.0 \text{ N}$
- B. 若继续增大拉力至 $F = 10.0 \text{ N}$, 则木块与水平面间的摩擦力大小为 $F_{f2} = 6.0 \text{ N}$
- C. 木块与水平面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.16$
- D. 木块与水平面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.17$

11. 如图所示, 质量为 $m = 6 \text{ kg}$ 的木箱静置于水平地面上, 木箱与地面间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 现给木箱一水平拉力 F . 求:

- (1) 当 $F_1 = 6 \text{ N}$ 时, 地面对木箱的摩擦力的大小 F_{f1} ;
- (2) 当 $F_2 = 15 \text{ N}$ 时, 地面对木箱的摩擦力的大小 F_{f2} ;
- (3) 在(2)条件下, 若此后将拉力减小为 $F_3 = 5 \text{ N}$ (木箱仍在滑动), 地面对木箱的摩擦力的大小 F_{f3} .



拓展挑战练

12. [2026 · 湖南长郡中学开学考] 如图所示, 水平桌面上平放一叠共计 54 张的扑克牌, 每一张的质量均为 m . 用一手指以竖直向下的力压第 1 张牌, 并以一定速度向右移动手指, 确保手指与第 1 张牌之间有相对滑动. 设最大静摩擦力与滑动摩擦力相同, 手指与第 1 张牌之间的动摩擦因数为 μ_1 , 相邻两张牌间的动摩擦因数均为 μ_2 , 第 54 张牌与桌面间的动摩擦因数为 μ_3 , 且有 $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$. 则下列说法正确的是 ()

- A. 第 1 张牌受到手指的摩擦力方向向左
- B. 第 1 张牌与第 2 张牌之间可能发生相对滑动
- C. 第 2 张牌到第 53 张牌之间可能发生相对滑动
- D. 第 54 张牌受到水平桌面向左的静摩擦力

