**سقوط آزاد:** حرکتی است در راستای قائم و تنها تحت تاثیر نیروی وزن(در شرایط خلا– مقاومت هوا ناچیز).نوعی حرکت با شتاب ثابت است.جرم،جنس وشکل جسم هیچ تاثیری در حرکت ندارد.در این نوع حرکت سرعت در زمان های مساوی و متوالی Tتشکیل تصاعد حسابی با قدرنسبتgT میدهد ومسافت نیز تصاعدی است با قدر نسبت $gT^{2}$ .

$d\_{n}=d\_{m}+\left(n-m\right)gT^{2}$ , $d\_{n}-d\_{n-1}=gT^{2}$ , $d\_{n}=\frac{x\_{n+i}+x\_{n-i}}{2}$ , $d\_{n}=d\_{1}+\left(n-1\right)gT^{2}$ **\*** در حالتی کهT=1 باشد قدر نسبت برابرgاست. برای جسمی که رها شده: $d\_{1}=\frac{1}{2}g$ برای جسمی که به سمت پایین پرتاب شده: $d\_{1}=\frac{1}{2}g+V\_{0}$ برای جسمی که به سمت بالا پرتاب شده:قدر نسبت-g است و $d\_{1}=V\_{o}-\frac{1}{2}g$

**قرارداد:** به سمت بالا+ به سمت پایین– است.

**تست:**(سراسری)گلوله ای درشرایط خلا رها میشود وبا سرعت $40\frac{m}{s}$ به زمین می خورد.یک ثانیه قبل ازبرخورد به زمین در چه ارتفاعی برحسب متر بوده است؟ 75(4 30(3 35(2 40(1

**تست:**(سراسری)گلوله ای در شرایط خلا از ارتفاع h رها می شود و 100m آخر سقوط را در 2s طی می کندh چند متر بوده است؟ 245(4 180(3 320(2 125(1

**تست:**(سراسری)گلوله ای در شرایط خلا از بالای برجی با سرعت اولیه ی$V\_{o}$ رو به بالا پرتاب می شود و 2S بعد به به جای اولش و2S بعد به زمین می خورد.ارتفاع برج چند متر بوده است؟25(4 40(3 45(2 80(1

**تست:**(سراسری)گلوله ای در شرایط خلا به سمت پایین پرتاب می شود و در ثانیه ی هشتم دو برابر ثانیه ی دوم حرکتش جابه جا می شود.سرعت اولیه ی جسم چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟ 45(4 30(3 25(2 15(1

**یادآوری:**در حرکت کند شونده علامت سرعت وشتاب مخالف هستند.

$∆$y=$-\frac{1}{2}$gt2$\pm $ V0t $\pm $ V=$-$gt$\pm $V0 V2- V02 =$-$2g$(\pm ∆$y) $\pm $ **مثال:**ازلبه پرتگاهی به ارتفاع 25m جسمی راباسرعت 20$\frac{m}{s}$به سمت بالاپرتاب می کنیم.پس ازچه مدت به زمین می رسد؟

**معادلات حرکت جسمی که رها شده است**:(سقوط آزاد به سمت پایین بدون سرعت اولیه0 = V0 ) 1) y=$\frac{1}{2}$gt2 V=gt 5) V2 =2gy y=vt $-\frac{1}{2}$gt2 V پایینون سرعت اولیه جسم هیچ تاثیری در حرکت ندارد.

 4) 3) y=$\frac{1}{2}$vt 2)

$\frac{1}{2}gn\left(2t-n\right)$ = 8)$y\_{n}$ $\frac{1}{2 }g(2t-1)$=7)$ y\_{t }$ $\frac{gt}{2}$ = $\frac{V}{2}$ =6)$\overbar{v}$

\* سرعت متوسط در ثانیه ی t ام با مسافت برابراست و درnثانیه ازt: $\overbar{V}=\frac{1}{2}g(2t-n)$

\* در تمام روابط فوق مقادیر مثبت می باشند. y در روابط فوق جابه جایی و مسافت طی شده توسط متحرک است اگر جسم از ارتفاع h رها شده باشد ارتفاعش از سطح زمین h – y خواهد شد.

\*طبق رابطه 1 اگر جسمی در شرایط خلا رها شود مسافت پیموده شده اش با مجذور زمان متناسب است:$(\frac{t\_{2}}{t\_{1}})^{2}$ = $\frac{y\_{2}}{y\_{1 }}$ بنابر این جسمی که پس از مدت t از رها شدن به زمین می رسد در مدت $\frac{t}{\sqrt{n}}$ به اندازه ی $\frac{1}{n}$ راهش را می پیماید. \*طبق رابطه ی 5 اگر جسمی در شرایط خلا رها شود سرعت با جذر مسافت متناسب است: $\sqrt{\frac{y\_{2}}{y\_{1}}}$=$\frac{v\_{2}}{v\_{1}}$ بنابر این جسمی که پس از رها شدن با سرعت v به زمین می رسد هنگامی که به اندازه ی $\frac{1}{n}$ راهش را می پیماید سرعتش $\frac{v}{\sqrt{n}}$ است.

\*نمودار مسافت طی شده برحسب مجذور زمان جسمی که رها شده استy مانند شکل است که شیب ان معرف نصف شتاب جاذبه ی محل می باشد. $ \tan(α=\frac{1 }{2}g)$

 $t^{2}$

**تست:**جسمی از ارتفاع **80** متری سطح زمین رها می شود در60 متری زمین سرعتش چه کسری از سرعت برخورد به زمین است؟ 1)$\frac{1}{2}$ 2)$\frac{1}{4}$ 3)$\frac{\sqrt{2}}{2}$ 4)2

**تست**:(آزاد)گلوله ای درخلا از ارتفاع h رها می شود ومسافتی که در ثانیه ی آخر طی می کند برابر تمام مسافت طی شده قبل از آن است. h چند متر بوده است؟ 75(4 30(3 135(2 58(1

**معادلات حرکت سقوط آزاد به سمت پایین با سرعت اولیه V0 :** 1) y = $\frac{1}{ 2} $gt2+v 0t V=gt+V0 5) V2 $– $V02=2gy y=vt $-\frac{1}{2}$gt2 V پایینون سرعت اولیه جسم هیچ تاثیری در حرکت ندارد. 4) 3) y=$\frac{1}{2}$(v+v0)t 2)

$\frac{1}{2}gn\left(2t-n\right)+V\_{0}n$ = 8)$y\_{n}$ + V0 $\frac{1}{2 }g(2t-1)$=7)$ y\_{t }$ V0+ $\frac{gt}{2}$ = $\frac{V\_{0+}V}{2}$ = 6)$\overbar{v}$

\* سرعت متوسط در ثانیه ی t ام با مسافت برابراست و درnثانیه ازt: $\overbar{V}=\frac{1}{2}g\left(2t-n\right)+v\_{o}$

\* در تمام روابط فوق مقادیر مثبت می باشند. y در روابط فوق جابه جایی و مسافت است اگر جسم از ارتفاع h پرتاب شده باشد ارتفاعش h – y خواهد شد.

 **معادلات حرکت سقوط آزاد جسمی که با سرعت اولیه V0 به سمت بالا پرتاب شده:**  1) y =$-$ $\frac{1}{ 2} $gt2+v 0t +Y0 $\mp $V=$-$gt+V0 5) V2 $– $V02=$-$2g(y - Y0) y=$\mp $vt $+\frac{1}{2}$gt2 V پایینون سرعت اولیه جسم هیچ تاثیری در حرکت ندارد. +Y0 4) 3) y=$\frac{1}{2}$($\mp $v+v0)t +Y0 2)

$\frac{1}{2}gn\left(2t-n\right)+V\_{0}n$ - = 8)$∆y\_{n}$ + V0 $\frac{1}{2 }g(2t-1)$ - =7)$ ∆y\_{t }$ V0+ $\frac{gt}{2}$ - = $\frac{\pm V+V\_{0}}{2}$ = 6)$\overbar{v}$

\* سرعت متوسط در ثانیه ی t ام با مسافت برابراست و درnثانیه ازt: $\overbar{V}=-\frac{1}{2}g\left(2t-n\right)+v\_{o}$

\* در تمام روابط فوق مقادیر مثبت می باشند. y و Y0 در روابط فوق ارتفاع است اگر جسم در سطح زمین باشد y یا Y0 برابر صفر فرض می شود.

\*هنگامی که جهت حرکت جسم به سمت بالاست از علامت + برای V استفاده می کنیم پایین - .

**تست:**بزرگی سرعت گلوله ای که در شرایط خلا از بالای برجی با سرعت اولیه ی$V\_{o}$ رو به بالا پرتاب می شود وقتی به زمین می خورد V است.اگرسرعت اولیه ی پرتاب $2Vo$ بود سرعت جسم در لحظه ی رسیدن به زمین: 1)بیش از 2V می شود 2) 2V می شود 3)کمتر از 2V و بیش از V می شود 4) به h بستگی دارد ممکن است بیش از 2V یا کمتر از آن شود.

**مشخصات نقطه ی اوج:** در نقطه ی اوج سرعت صفر استV=0 .اگر سرعت درنقطه ای v باشد

$h\_{0}=\frac{V\_{0}^{2}}{2g}$ , $h=\frac{V^{2}}{2g} ,h=\frac{1}{2}Vt$ **:ارتفاع اوج** $t\_{0}=\frac{V\_{0}}{g} , t=\frac{V}{g}$ **:زمان اوج**

**\***فاصله هرنقطه تا اوج با مجذورسرعت در آن نقطه نسبت مستقیم وبا شدت میدان نسبت عکس دارد. $\frac{h\_{2}}{h\_{1}}=(\frac{V\_{2}}{V\_{1}} )^{2}×\frac{g\_{1}}{g\_{2}}$ \*زمان رفت و برگشت به هر نقطه دو برابر زمان رسیدن به نقطه ی اوج است. $t=2×\frac{V\_{0}}{g} , t=2×\frac{V}{g}$ **تست:**دو جسم همزمان از یک نقطه با سرعت اولیه ی یکسان $20\frac{m}{s}$ در دو سوی مخالف بالا وپایین پرتاب می شوند اگر زمان حرکت یکی دو برابر دیگری باشد ارتفاع نقطه ی پرتاب چند متر بوده است؟ 160(4 80(3 40(2 20(1 \*زمان اوج همچنین زمان رفت و برگشت به هر نقطه با سرعت در آن نقطه نسبت مستقیم و با شدت میدان گرانش محل نسبت عکس دارد. $\frac{t\_{2}}{t\_{1}}=\frac{V\_{2}}{V\_{1}}×\frac{g\_{1}}{g\_{2}}$ \*ارتفاع اوج با زمان اوج همچنین زمان رفت و برگشت به هر نقطه متناسب هستند. $\frac{h\_{2}}{h\_{1}}=\frac{t\_{2}}{t\_{1}}$ \***مسافت طی شده در n ثانیه ی آخر قبل از رسیدن به اوج**: $∆Y\_{n}=\frac{1}{2}gn^{2}⇒\overbar{v}=\frac{1}{2}gn $ \***مسافت طی شده در ثانیه ی آخر قبل از رسیدن به اوج**:همواره نصف شدت میدان گرانش محل است. $∆Y\_{t}=\frac{1}{2}g$

\***یک نقطه ی دو گانه:**هنگامی که جسمی به سمت بالا پرتاب می شود از هر نقطه بالای نقطه ی پرتاب دو بار می گذرد،هر یک از این نقاط را یک نقطه ی دو گانه می گوییم.(به جز نقطه ی اوج که منحصر به فرد یا یگانه می باشد.)

**مشخصات یک نقطه ی دو گانه:**اگر جسمی را با سرعت اولیه ی $V\_{0}$ به سمت بالا پرتاب کنیم و هنگام رفت در لحظه ی $t\_{1}$ از یک نقطه ی دو گانه بگذرد و در هنگام بازگشت در لحظه ی $t\_{2}$ از همان نقطه بگذرد، $t\_{1}$ و $t\_{2}$ ریشه های معادله ی درجه دوم $-\frac{1}{2}gt^{2}+V\_{0}t-h=0 $هستند که در آن h فاصله ی این نقطه از نقطه ی پرتاب است.

سرعت اولیه ی جسمی که در یک نقطه ی دو گانه است: $-\frac{b}{a}=t\_{1}+ t\_{2} ⟹ V\_{0}=\frac{1}{2}g\left(t\_{1}+t\_{2}\right) $ فاصله ی یک نقطه ی دو گانه تا نقطه ی پرتاب: $ t\_{1} t\_{2}$ $\frac{C}{a}=t\_{1} t\_{2} ⟹h=\frac{1}{2}g$ سرعت جسمی که در یک نقطه ی دو گانه است: $\left|\frac{\sqrt{∆}}{a}\right|=t\_{2}- t\_{1} ⟹ \pm V=\frac{1}{2}g\left(t\_{2}-t\_{1}\right)$ زمان اوج جسمی که در یک نقطه ی دو گانه است از لحظه ی پرتاب:$ t=\frac{1}{2}\left(t\_{1}+t\_{2}\right) $

**مثال:**جسمی از سطح زمین رو به بالا پرتاب می شود در لحظات 3S , 5S از لبه ی پنجره ای می گذرد.سرعت اولیه ی پرتاب و ارتفاع پنجره چقدراست؟

**تست:**(سراسری)گلوله ای در شرایط خلا با سرعت اولیه ی$V\_{o}$ رو به بالا پرتاب می شود اگر زمان دو عبور متوالی از$\frac{3}{5}$ ارتفاع اوج 2S باشدارتفاع اوج چند متر بوده است؟15(4 12.5(3 10(2 17.5(1  **تمرین:**روابط زیر را به دست آورید:الف- مدت زمانی که طول می کشد تاسرعت گلوله به $\frac{V\_{0}}{n}$ برسد: ب- ارتفاعی که درآن سرعت گلوله به $\frac{V\_{0}}{n}$ برسد: د- مدت زمانی که طول میکشد تا گلوله به $\frac{1}{n}$ ارتفاع اوج برسد: ج- سرعت گلوله در $\frac{1}{n}$ ارتفاع اوج: **1**)$ t=\left(1\pm \frac{1}{n}\right)t\_{0}$ $t=\left(1\pm \frac{1}{n}\right)\frac{V\_{0}}{g}⇒ $ 2)$ h=\left(1-\frac{1}{n^{2}}\right)\frac{V\_{0}^{2}}{2g}⇒h=\left(1-\frac{1}{n^{2}}\right)h\_{0}$ 3)$ \pm V=V\_{0}\sqrt{1-\frac{1}{n}}$ 4)$ \frac{V\_{0}}{g}⟹t=\left(1\pm \sqrt{1-\frac{1}{n}}\right) t\_{0} $ $t=\left(1\pm \sqrt{1-\frac{1}{n}}\right)$ **برخورد گلوله ها: الف –** اگر گلوله ای را با سرعت اولیه ی $V\_{0}$ به سمت با لا پرتاب کنیم و $θ$ ثانیه بعد از همان نقطه و با همان سرعت اولیه گلوله ی دیگری را پرتاب کنیم در لحظه ی برخورد،گلوله ها در یک نقطه ی دو گانه هستند و $θ=t\_{2}-t\_{1}$ بنابر این سرعت گلوله ها در این نقطه عبارت است از: $\pm V=\frac{1}{2} $g$θ$

**مثال:**گلوله ای را با سرعت اولیه ی$V\_{0}$ به سمت بالا پرتاب می کنیم ، چه مدت بعد گلوله دیگری را با همان سرعت به سمت بالا پرتاب کنیم تا در $\frac{1}{n}$ ارتفاع اوج به گلوله ی اول برخورد کند؟ $θ=\frac{2V\_{0}}{g}\sqrt{1-\frac{1}{n}}$ یا $θ=2t\_{o}\sqrt{1-\frac{1}{n}}$

**ب –** دو گلوله هم زمان از دو نقطه پرتاب شوند،اگر فاصله ی دو گلوله در لحظه ی پرتاب را d و سرعت نسبی آنها را V فرض کنیم،زمان برخورد آنها عبارت است از: $t=\frac{d}{V}$ \*شتاب نسبی دو گلوله ی دارای حرکت سقوط آزاد صفر است. **تست1:**گلوله ای از سطح زمین با سرعت $6\frac{m}{s}$ رو به بالا و گلوله دیگری همزمان از یک بلندی با سرعت $4\frac{m}{s}$ رو به پایین پرتاب میشود 0.1S بعد سرعت نسبی دو گلوله چند $\frac{m}{s}$ است؟$\frac{3}{2}$(4 24(3 10(2 2(1 **تست2:**(سراسری)گلوله ای در شرایط خلا با سرعت اولیه ی$V\_{o}$ رو به بالا پرتاب می شود اگر گلوله ی دیگری بعد از 2 ثانیه باهمان سرعت در همان راستا به بالا پرتاب کنیم ودر ارتفاع 15 متری مبدا به هم برخورد کنند$V\_{o}$ چند$\frac{m}{s}$است؟ 15(4 20(3 10(2 30(1

**تست3:**اگر در شرایط خلا جسمی از 30متری رها شود با سرعت 24متربرثانیه به زمین برسد،شتاب گرانش در محل آزمایش چند متربرمجذورثانیه است؟1)6/9 2)8/9 3)81/9 4)10

**تست4:**اگر در شرایط خلا و درمحلی که شتاب گرانش 8/9 متربرمجذورثانیه است،جسمی از ارتفاع 1/44متری رها شود اندازه ی سرعت متوسط در ثانیه ی آخر حرکت چند متربرثانیه است؟1)9/14 2)30 3)5/24 4)25

**تست5:**گلوله ای از سطح زمین با سرعت اولیه ی Vo در هوا در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می شود.پس از مدت t1 به نقطه ی اوج می رسد و در برگشت درمدت t2 با سرعت V به زمین می رسد.کدام گزینه درست است؟ 1)V = Vo و t2 = t1 2)V$>$Vo و t1$<$t2 3) V$<$Vo و t1$>$t2 4) V$<$Vo و t1$<$t2

**تست6:**گلوله ای در شرایط خلابا سرعت$30\frac{m}{s}$ در راستای قائم از ارتفاع h به طرف بالا پرتاب می شود و 5/2 ثانیه قبل از برخورد به زمین سرعت $45\frac{m}{s}$ دارد h چند متر است؟g=10 1)60 2)80 3)135 4)200  **تست7:**بالنی با سرعت 10 متر بر ثانیه در راستای قائم به سمت بالا در حال حرکت است.اگر جسمی را از درون بالن رها کنیم جسم با سرعت 30متربرثانیه به زمین می رسد،ارتفاع بالن در لحظه ی رسیدن جسم به زمین چند متر است؟ 1)40 2)80 3)25 4)160

**تست8:**جسمی را از ارتفاع h با سرعت Vo به پایین پرتاب می کنیم،بعد از 4 ثانیه به زمین می رسد،در فاصله لحظات 1 تا 3 ثانیه مقدار 90 متر جابه جا می شود،h چند متر است؟1)380 2)180 3)320 4)120

**تست9:**آسانسوری باسرعت5متربرثانیه پایین میآید شخصی که داخل آسانسوراست گلوله کوچکی را ازارتفاع80سانتی متری کف آسانسور رها می کند،گلوله پس از چند ثانیه به کف می رسد؟1)2/0 2)4/0 3)8/0 4)16/0

**تست10:**آسانسوری از حال سکون با شتاب 8/1 متربرمجذورثانیه پایین میآید دو ثانیه بعد شخصی که داخل آسانسوراست گلوله کوچکی را از ارتفاع 1 متری کف آسانسور رها می کند،سرعت گلوله نسبت به شخص داخل آسانسور هنگام برخورد با کف آسانسورچند متر برثانیه است؟g=9.8 1)4 2)4/0 3)6/7 4)5/4

**تست11:**گلوله ای در شرایط خلابا سرعت$15\frac{m}{s}$ در راستای قائم پرتاب می شود و در2 ثانیه آخر حرکت 90 متر جا به جا می شود ارتفاع پرتاب چند متر است؟ g=10 تجربی89 1)120 2)140 3)135 4)200

**تست12:**گلوله ای در شرایط خلابا سرعت$24\frac{m}{s}$ در راستای قائم از ارتفاع h به طرف بالا پرتاب می شود وپس از4/7 ثانیه به زمین می رسد.8/5 ثانیه پس ازپرتاب،گلوله درچند متری زمین قرار دارد؟ g=10تجربی خارج کشور89 1)29 2)58 3)2/67 4)2/96

1)2 2) 3 3)1 4)3 5)4 6)4 7)2 8)2 9)2 10)1 11)2 12)3