

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמים אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים, תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

מבנה הדף:



הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.

כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

מטוטלת פיזיקלית:
 גוף קשיח שתולים בנקודה כלשהי

$\omega = \sqrt{\frac{mgr_{c.m.}}{I_0}}$

I_0 – מומנט ההתמד בנקודת התליה

האנרגיה:
 $E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}k(x - x_0)^2 = \frac{1}{2}m\dot{A}^2$

- האנרגיה הכוללת קבועה ואפשר לחשב אותה דרך האמפליטודה.
 - חילופי האנרגיה בין האנרגיה הקינטית לפוטנציאלית, הפוטנציאלית מקסי' בקצוות והקינטית בשיווי משקל.

תנועה הרמונית מרוסנת
GOOL

בנוסף לכוח הקפיץ נוסף כוח מרסן מהצורה:
 $F = -\lambda v$
 v – מהירות הגוף ו- λ קבוע.

משוואת התנועה:
 $\ddot{z} + \Gamma\dot{z} + \omega_0^2 z = 0$

כאשר $z = x - x_0$, $\Gamma = \frac{\lambda}{m}$, $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

פתרון המשוואה מתחלק לשלושה מקרים:

מקרה (I) – ריסון חזק: $\frac{\Gamma}{2} > \omega_0$
 אין תנודות

מקרה (II) – ריסון קריטי: $\frac{\Gamma}{2} = \omega_0$
 דעיכה הכי מהירה לשיווי משקל עם תנודה אחת.

מקרה (III) – ריסון חלש: $\frac{\Gamma}{2} < \omega_0$

יש תנודות דועכות, $\tilde{\omega}$ היא תדירות התנודות.

תנועה הרמונית מרוסנת ומאולצת
GOOL

בנוסף לכוח הקפיץ והמרסן נוסף כוח מאלץ מהצורה:
 $\ddot{F}(t) = F_0 \sin(\Omega t)$

F_0 ו- Ω קבועים כלשהם

משוואת התנועה:
 $\ddot{z} + \Gamma\dot{z} + \omega_0^2 z = \frac{F_0}{m} \sin(\Omega t)$

פתרון משוואת התנועה:
 $x(t) = A(\Omega) \sin(\Omega t + \phi) + x_{\text{הומוגני}}(t)$
 $x_{\text{הומוגני}}(t)$ – הוא הפתרון של תנועה הרמונית מרוסנת שמתחלק לשלושת המקרים...
 - במצב עמיד (לאחר זמן רב) נוניח את הפתרון ההומוגני.

כבידה וכוח מרכזי
GOOL

כוח מרכזי:
 $\vec{F}(r) = f(r)\hat{r}$

- תלוי רק ב r ובכיוון רדיאלי בלבד.
 - כוח משמר (אנרגיה).
 - לא מפעיל מומנט כוח ולכן הוא משמר גם תנע זוויתי.

כוח הכובד:
 $\vec{F} = -\frac{GMm}{r^2}\hat{r}$

כאשר $G = 6.67384 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

- קרוב לכדה"א
 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{GM_E m}{R_E^2} \approx mg$

כאשר $r \approx R_E \approx 6400 \text{ km}$; $M_E \approx 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

- ו- $g = \frac{GM_E}{R_E^2}$

האנרגיה הפוטנציאלית של כוח הכובד:
 $U(r) = -\frac{GMm}{r}$

הצורה הזו של האנרגיה היא צורה כללית שיש לכוחות נוספים והרבה פעמים רשמים אותה כ: $U(r) = -\frac{\alpha}{r}$

פרצסיה (נקיפה):
 לתנע הזוויתי יש רכיב במישור xy שמסתובב סביב ציר z . נגזרת בזמן של הרכיב הזה נותנת לנו את מומנט הכוח שפועל על המערכת.

גוף קשיח
GOOL

אם גוף קשיח מסתובב סביב ציר סיבוב כל נקודות על הגוף מבצעות תנועה מעגלית באותה מהירות הזוויתית (אך לא באותה מהירות קווית):

תנע קווי של גוף קשיח:
 $\vec{p} = M\vec{v}_{c.m.}$

תנ"ז:
 - גוף הנע בקו ישר (ללא סיבוב פנימי, כלומר לכל החלקים בגוף אותה מהירות קווית):
 $\vec{L} = \vec{r}_{c.m.} \times \vec{p}_{c.m.}$
 - תנ"ז גוף קשיח המסתובב סביב ציר קבוע:
 $\vec{L} = I\vec{\omega}$
 כאשר I מומנט ההתמד ביחס לציר
 - תנ"ז של תנועה משולבת (הגוף גם זז וגם מסתובב סביב מרכז המסה):
 $\vec{L} = \vec{r}_{c.m.} \times \vec{p}_{c.m.} + \vec{L}_{c.m.}$
 כאשר $\vec{L}_{c.m.}$ הוא התנ"ז ביחס לציר העובר במרכז המסה ושווה ל- $\vec{L}_{c.m.} = I_{c.m.}\vec{\omega}$

אנרגיה קינטית סיבובית:
 - סביב ציר קבוע כלשהו:
 $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$
 - תנועה משולבת (גוף נע ומסתובב סביב מרכז המסה):
 $E_k = \frac{1}{2}mv_{c.m.}^2 + \frac{1}{2}I_{c.m.}\omega^2$
 - תנועה משולבת שהסיבוב אינו סביב מרכז מסה (*):
 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}I_0\omega^2 + m\vec{r}_{c.m.o} \cdot (\vec{v}_0 \times \vec{\omega})$

כאשר I_0 מומנט ההתמד ביחס לציר, $\vec{v}_0$ היא מהירות הציר ו- $\vec{r}_{c.m.o}$ הוא מיקום מרכז המסה ביחס לציר.
 (*) השימוש בנוסחה מאוד נדיר

טבלת השוואה בין תנועה סיבובית לתנועה בקו ישר

תנועה סיבובית	תנועה בקו ישר
θ	x
$\omega = \dot{\theta}$	$v = \dot{x}$
$\alpha = \dot{\omega} = \ddot{\theta}$	$a = \dot{v} = \ddot{x}$
I	m
L	p
τ	F

לגולל ללא החלקה: מהירות הנקודה שנוגעת במשטח מתאפסת (ביחס למשטח) $\leftarrow a_{c.m.} = \alpha R$; $v_{c.m.} = \omega R$
 - בגלייה החיכוך הוא סטטי ולכן אין איבוד אנרגיה.
איך נגשים לשאלות?

דרכי פתרון:

- חוקי שימור
- בדקים מה נשמר:

- אנרגיה אם כל הכוחות משמרים.
- תנע קווי אם סכום הכוחות החיצוניים מתאפס.
- תנ"ז אם סכום המומנטים החיצוניים מתאפס.

תנועה הרמונית פשוטה
GOOL

משוואת התנועה:
 $-k(x - x_0) = m\ddot{x}$

k ו- m הם קבועים חיוביים כלשהם.
 x_0 – קבוע שיכול להיות חיובי או שלילי.
 x – משתנה כלשהו, יכול להיות גם זוויתי או משתנה אחר.
 $\ddot{x}$ – נגזרת שנייה של המשתנה.
 חייב להיות מינוס לפני k .

פתרון המשוואה:
 $x(t) = A \cos(\omega t + \phi) + x_0$

x_0 – נקודת שיווי המשקל, הנקודה שבה $\Sigma \vec{F} = 0$.
 A – אמפליטודה, המרחק המקסימאלי משיווי המשקל.
 $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ – תדירות זוויתית
 ϕ – פאזה.
מציאת הקבועים בפתרון:
 x_0 – אפשר למצוא ישירות מהקבוע שבמשוואה או למצוא אותו מסכום הכוחות שווה לאפס.

של המקדם $\sqrt{\frac{k}{m}}$
 של המקדם $\sqrt{\frac{x}{\ddot{x}}}$

ϕ, A מוצאים מתנאי התחלה $x(0)$ ו- $\dot{x}(0)$.

נוסחה למהירות המקסימאלית:
 $v_{max} = \omega A$

גוף נקודתי סביב ציר כלשהו: $I = mR^2$	
טבעת וגליל חלול סביב הציר המרכזי: $I_{c.m.} = mR^2$	
דיסקה/גליל מלא במרכזו מסה סביב ציר z – אנך לדיסקה $I_{c.m.} = \frac{1}{2}mR^2$	
דיסקה במרכז מסה סביב ציר x – במישור הדיסקה $I_{c.m.} = \frac{1}{4}mR^2$	
מוט במרכז המסה $I_{c.m.} = \frac{1}{12}mL^2$	
מוט בקצה $I = \frac{1}{3}mL^2$	
כדור מלא במרכז מסה $I_{c.m.} = \frac{2}{5}mR^2$	
תיבה או לוח במרכז מסה $I_{c.m.} = \frac{m(a^2 + b^2)}{12}$	

נוסחה המקשרת בין צירים שונים:
 $I_z = I_x + I_y$
 אם $I_x = I_y$ (בדרי"כ מסימטריה) אז $I_z = 2I_x$
מבנה הגוף סימטרי לאורך ציר Z: מומנט ההתמד של הגוף סביב ציר Z יהיה כמו של גוף משטחי במישור xy. לדוגמה מומנט ההתמד של גליל יהיה כמו של דיסקה ומומנט ההתמד של קוביה יהיה כמו של מלבן שהוא בסיס הקוביה.

חישוב עם אינטגרל, עבור גוף קשיח:
 $I = \int r^2 dm$
 כאשר r הוא המרחק של כל גוף מציר הסיבוב (ולא מהראשית). אם ציר הסיבוב הוא ציר z : $r^2 = x^2 + y^2$

מומנט כוח
GOOL

מומנט כוח:
 $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
 כאשר $\vec{r}$ הוא וקטור מהציר עד לנקודה שבה פועל הכוח (ניתן לחשב את המכפלה באמצעות דטרמיננטה או באמצעות גודל וכיוון)
גודל המומנט:
 $|\vec{\tau}| = |\vec{r}||\vec{F}| \sin \alpha = |\vec{F}|r_{\perp}$
 כאשר $r_{\perp}$ הוא הרכיב של $\vec{r}$ המאונך לכוח כיוון לפי כלל יד ימין או כלל הבורג.

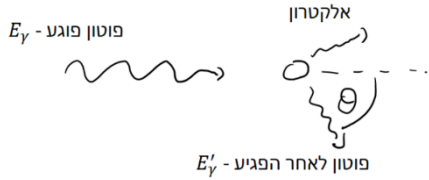
תנע זוויתי (תנ"ז)
GOOL

תנ"ז:
 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
 $\vec{r}$ – הוא וקטור המיקום של הגוף, $\vec{p}$ – התנע הקווי
 עבור גוף הנע בקו ישר ניתן לחשב את התנ"ז לפי:
 $|\vec{L}| = mvd$
 כאשר d זה המרחק האפקטיבי.
 v – המהירות.
הקשר בין תנ"ז:
 $\Sigma \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

למומנט כוח:
חוק שימור התנע הזוויתי:
 אם $\Sigma \vec{\tau}_{ext} = 0$ אז התנע הזוויתי נשמר
 תנ"ז של תנועה משולבת, מערכת גופים שמסתובבים סביב מרכז מסה שניע:
 $\vec{L} = \vec{r}_{c.m.} \times \vec{p}_{c.m.} + \vec{L}_{c.m.}$
 כאשר $\vec{r}_{c.m.} \times \vec{p}_{c.m.}$ זה התנע הזוויתי של מרכז המסה כאילו הוא גוף נקודתי שהמסה שלו היא מסת כל המערכת ו- $\vec{L}_{c.m.}$ התנע הזוויתי ביחס למערכת מרכז המסה, כלומר סך התנ"ז של הגופים במערכת ביחס לצופה הנע בנקודת מרכז המסה.

פיזור קומפטון:

פוטון הפוגע באטום הנמצא במנוחה, לאחר הפגיעה נפלט אלקטרון וכיוון התנועה של הפוטון משתנה.



$$\frac{1}{E'_\gamma} - \frac{1}{E_\gamma} = \frac{1}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)$$

E_γ - אנרגיית הפוטון לפני הפגיעה
 E'_γ - אנרגיית הפוטון אחרי הפגיעה

m_e - מסת אלקטרון
 θ - זווית התנועה של הפוטון ביחס לכיוון הפגיעה.

יחידת האלקטרון וולט: $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$
 המרת מסת הגופים לאנרגיה:

$$m_e \approx 8.19 \times 10^{-14} \text{ J} (\approx 511 \text{ keV})$$

$$m_p \approx 1.50 \times 10^{-10} \text{ J} (\approx 938 \text{ MeV})$$

$$m_{\text{Uranium}} \approx 3.55 \times 10^{-8} \text{ J} (\approx 225 \text{ GeV})$$

ניתן גם לרשום את היחידות של התנע של גופים כ- $\frac{eV}{c}$

כלומר הכמות (המספר) וזה רק ביחידות נחלץ ב c.

כוחות ביחסות פרטית: $\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\gamma^3 \vec{a}_\parallel + m\gamma \vec{a}_\perp$
 הרכיב המאונך והמקביל של התאוצה למהירות

$\vec{a}_\perp, \vec{a}_\parallel$ - נודל הרכיב המקביל של התאוצה:
 טרנספורמציה של הכוחות:

$$F'_x = F_x - \frac{v_0(F_y v_y + F_z v_z)}{c^2 - v_0 v_x}$$

$$F'_y = \frac{F_y}{\gamma_0(1 - \frac{v_0 v_x}{c^2})}; F'_z = \frac{F_z}{\gamma_0(1 - \frac{v_0 v_x}{c^2})}$$

טרנספורמציה הפוכה:

$$F_x = F'_x + \frac{v_0(F'_y v'_y + F'_z v'_z)}{c^2 + v_0 v_x}$$

$$F_y = \frac{F'_y}{\gamma_0(1 + \frac{v_0 v'_x}{c^2})}; F_z = \frac{F'_z}{\gamma_0(1 + \frac{v_0 v'_x}{c^2})}$$

GOOL

יחסות פרטית

תיאור של מאורעות מנקודת המבט של צופים הנמצאים במערכת ייחוס שונות (אינרציאליות).

עקרונות יסוד בתורת היחסות:

- חוקי הפיזיקה זהים בכל המערכות האינרציאליות.
- האור אינו צריך תווך בשביל לעבור בו.
- מהירות האור קבועה וזהה בכל מערכות הייחוס.
- אף גוף אינו יכול לנוע יותר מהר ממהירות האור.
- בוואקום. מכאן, מדידת הזמן שונה בין מערכות הייחוס.
- הזמן הופך לקואורדינטה רביעית (ביחד עם: x, y, z).
- שעובר טרנספורמציה.

$$\gamma_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{v_0}{c})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}; \beta = \frac{v_0}{c}$$

γ_0 תמיד גדולה מ 1

טרנספורמציות לורנץ למיקום והזמן:

$$x' = \gamma_0(x - v_0 t); y' = y; z' = z$$

$$t' = \gamma_0(t - \frac{v_0 x}{c^2}); \beta = \frac{v_0}{c}; \gamma_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{v_0}{c})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

טרנספורמציה הפוכה:

$$x = \gamma_0(x' + v_0 t'); y = y'; z = z'$$

$$t = \gamma_0(t' + \frac{v_0 x'}{c^2})$$

- הצירים של המערכות **חייבים** להיות מקבילים.
 - בזמן $t = t' = 0$ **חייבים** שהראשיות מתלכדות.

המערכת העצמית:
 מערכת בה המאורע הנצפה נמצא במנוחה.

- **זמן עצמי** τ מוגדר להיות הפרש הזמנים בין שני מאורעות כפי שהוא נמדד במערכת העצמית שלהם.

- **אורך עצמי** l_0 האורך של גוף כפי שנמדד במערכת בו הגוף נמצא במנוחה.

התכווצות האורך: שינוי האורך ממערכת המנוחה

$$l = \frac{l_0}{\gamma_0}$$

(העצמית) למערכת נעה

$$\Delta t = \gamma_0 \tau$$

התארכות הזמן: שינוי הזמן ממערכת המנוחה (העצמית) למערכת נעה

$$\tan \theta = \gamma_0 \tan \theta'$$

שינוי זווית במדידת אורך:

$$T = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \tau$$

θ' - זווית ביחס לציר ה x (ציר התנועה) במערכת העצמית

$$\lambda = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \lambda'$$

θ - זווית ביחס לציר ה x (ציר התנועה) במערכת אחרת.

$$f = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} f'$$

אפקט דופלר היחסות:

$$T = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \tau$$

זמן המחזור של הגל:

$$\lambda = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \lambda'$$

אורך הגל:

$$f = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} f'$$

תדירות הגל:

$$v'_x = \frac{v_x - v_0}{1 - \frac{v_0 v_x}{c^2}}$$

τ, f', λ' - הזמן, התדירות ואורך הגל במערכת העצמית

$$v'_y = \frac{v_y}{\gamma_0(1 - \frac{v_0 v_x}{c^2})}; v'_z = \frac{v_z}{\gamma_0(1 - \frac{v_0 v_x}{c^2})}$$

טרנספורמציות לורנץ למהירות:

$$\tan \theta' = \frac{\sin \theta}{\gamma_0(\cos \theta - \frac{v_0}{c})}$$

אברציה - שינוי זווית המהירות:

$$E^2 = |p|^2 c^2 + m^2 c^4; |p| = \sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot mc$$

שימו לב שפה השינוי הוא בזווית של וקטור המהירות (כיוון התנועה) ולא שינוי זווית של הגוף כמו למעלה.

$$E_0 = mc^2$$

טרנספורמציות לורנץ למהירות:

$$E_k = E - E_0 = mc^2(\gamma - 1)$$

תנע ואנרגיה יחסותיים:

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v}; E = \gamma mc^2$$

הגודל γ קשור עכשיו למהירות הגוף עבורו נרצה לחשב את התנע ולא למעבר בין מערכות אינרציאליות שונות. נוסחאות נוספות:

$$E = |p|^2 c^2 + m^2 c^4; |p| = \sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot mc$$

אנרגיית מנוחה:

$$E_k = E - E_0 = mc^2(\gamma - 1)$$

אנרגיה קינטית:

$$E = |p|c = h\nu$$

עבור חלקיקים מסוימים מסת המנוחה היא אפס (פוטון, ניוטרינו) והאנרגיה הקינטית היא:

$$v \text{ היא התדירות ו- } h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

קבוע פלאנק

טרנספורמציה של התנע והאנרגיה:

$$E' = \gamma_0(E - v_0 p_x); p'_x = \gamma_0(p_x - v_0 E/c^2)$$

$$p'_y = p_y; p'_z = p_z$$

$$(p_x, p_y, p_z, \frac{E}{c})$$

וקטור תנע אנרגיה:

"גודל הוקטור" (מינוס באנרגיה) זהה בכל מערכות היחוס:

$$p_x^2 + p_y^2 + p_z^2 - (\frac{E}{c})^2 = const$$

הנוסחה נכונה גם עבור מערכת עם יותר מגוף אחד כאשר התנע והאנרגיה הם התנע והאנרגיה של כל המערכת.

עבור גוף יחיד הקבוע הוא: $m^2 c^2$

כאשר $\alpha = GMm$ קבוע כלשהו. עבור הכובד

$$r(\theta) = \frac{r_0}{1 + \varepsilon \cos \theta}$$

המסלול של גוף תחת כוח הכובד:

$$\text{כאשר } r_0 = \frac{L^2}{ma}; \varepsilon = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{ma^2}}$$

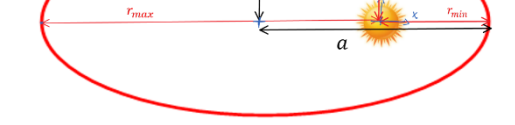
הכוללת של הגוף ו- L הוא התנע.

צורת המסלול מתחלקת ל-3 מקרים:

מקרה 1: מעגל $\varepsilon = 0$. במקרה הזה ניתן להשוות את הכוח ל- $\frac{mv^2}{r}$ ולקבל ש: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

מקרה 2: אליפסה $0 < \varepsilon < 1$

- מקור הכוח נמצא באחד ממוקדי האליפסה.



$$v(r_{min}) = v_{max}; v(r_{max}) = v_{min}$$

בד"כ נמצא המהירויות באמצעות שימור אנרגיה ותנאי:

$$r_{min} = \frac{r_0}{1 + \varepsilon}; r_{max} = \frac{r_0}{1 - \varepsilon}; \varepsilon = \frac{r_{max} - r_{min}}{r_{max} + r_{min}}$$

$$a = \frac{r_{min} + r_{max}}{2} = \frac{r_0}{1 - \varepsilon^2} = -\frac{\alpha}{2E}; b = \frac{r_0}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}}$$

$$S = \pi ab$$

שטח האליפסה:

$$v(r_{min}) = v_{max}$$

מהירות מילוט -

$$v_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

המהירות הדרושה להגיע לאינסוף.

אנרגיה פוטנציאלית אפקטיבית:

בבעיות שבהן האנרגיה הפוטנציאלית תלויה רק ב r ניתן לרשום את האנרגיה הכוללת של הגוף כתלות במשתנה r בלבד.

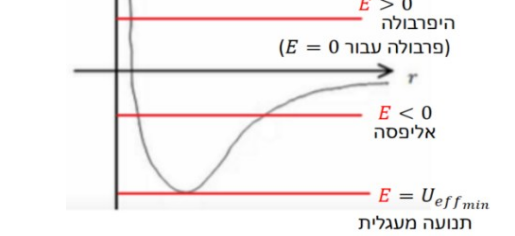
$$E = \frac{1}{2} m \dot{r}^2 + U_{eff}(r)$$

$$U_{eff}(r) = \frac{L^2}{2mr^2} + U(r)$$

כאשר:

$$U(r) = -\frac{\alpha}{r}$$

עבור אליפסה:

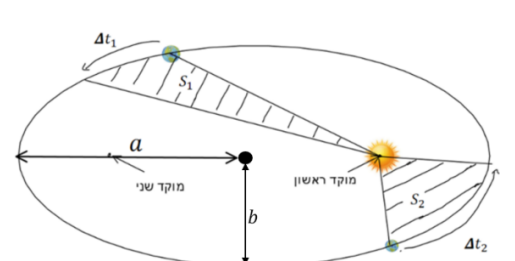


חוק 1 של קפלר: צורת המסלול של כל כוכב לכת סביב השמש היא אליפסה, שהשמש נמצאת באחד ממוקדיה.

החוק 2 - חוק השטחים השווים: הקו שמחבר את כוכב הלכת עם השמש (רדיוס המקום) מכסה שטחים שווים במרחקים שווים. מעבר לכך ניתן להגיד שגם אם הזמנים לא שווים היחס של השטח חלקי הזמן קבוע.

$$\frac{S_1}{\Delta t_1} = \frac{S_2}{\Delta t_2} = \frac{S_T}{T}$$

$S_T = \pi ab$ - שטח כל האליפסה, a/b - מחצית הציר הראשי/משני של האליפסה, T - זמן המחזור



$$(\frac{T}{2\pi})^2 = \frac{a^3}{GM}$$

חוק 3 קפלר:

M - מסת הכוכב שבמוקד
 במקרה של מערכת בינארית שבה שני הכוכבים זזים

$$(\frac{T}{2\pi})^2 = \frac{a^3}{G(m_1 + m_2)}$$

הנוסחה היא: