

מכניקה לחיכוך ולאווניברסיטה

מאת

ד"ר יורם אשל

הוצאת "אשל", תל אביב

תוכן עניינים

1	פרק 1 - מבוא לפסיקה	
1	מבוא	1.1
1	ערכים פסיקאליים	1.2
1	יחידות פסיקאליות	1.3
3	1.3.1 יחידות פסיקאליות בסיסיות	
3	שיטות של יחידות פסיקאליות	1.4
3	1.4.1 מעבר יחידות	
4	חישובים מתמטיים עם ערכים פסיקאליים	1.5
5	1.5.1 כפל וחילוק בין ערכים פסיקאליים	
5	1.5.2 חיבור וחסור בין ערכים פסיקאליים	
6	סיכום הפרק	
6	שאלות	
8	תשובות לשאלות	
9	פרק 2 - ווקטורים	
9	מבוא	2.1
10	רכיבי ווקטור	2.2
14	חיבור ווקטורים	2.3
20	חסור ווקטורים	2.4
21	מכפלות בין ווקטורים וסקלרים	2.5
22	סיכום הפרק	
23	נספח א' - ווקטורים בשלושה מימדים	
24	נספח ב' - מכפלות בין ווקטורים	
26	שאלות	
30	תשובות לשאלות	

32	פרק 3 - תנועה בקו ישר	
32	מבוא	3.1
33	הגדרת המהירות	3.2
36	תנועה במהירות קבועה	3.3
38	3.3.1 תיאור גרפי של תנועה במהירות קבועה	
41	הגדרת התאוצה	3.4
42	תנועה בתאוצה קבועה	3.5
43	3.5.1 תאוצה	
45	3.5.2 תיאור גרפי של תנועה בתאוצה קבועה	
46	3.5.3 ההעתק בתנועה בתאוצה קבועה	
57	תנועה בתאוצה משתנה	3.6
59	3.7 תיאור גרפי של תנועה בקו ישר (דיון כללי)	
60	3.8 תנועה יחסית	
62	סיכום הפרק	
63	נספח - הקשרים האינפיניטיסימליים בין העתק	
65	מהירות ותאוצה	
78	שאלות	
	תשובות לשאלות	

80	פרק 4 - נפילה חופשית וזריקה אנכית	
80	מבוא	4.1
80	תאוצת הכובד	4.2
81	נפילה חופשית	4.3
83	זריקה אנכית	4.4
89	סיכום הפרק	
90	שאלות	
96	תשובות לשאלות	

97	פרק 5 – תנועה במישור	
97	מבוא	5.1
97	התנועה במישור כשילוב שתי תנועות אנכיות	5.2
99	ווקטור ההעתק	5.3
100	ווקטור המהירות	5.4
101	ווקטור התאוצה	5.5
102	דוגמה לתנועה במישור – זריקה אופקית	5.6
106	דוגמה לתנועה במישור – זריקה משופעת	5.7
115	מהירות יחסית במישור *	5.8
118	סיכום הפרק	
119	נספח – המהירות והתאוצה הריגועיים בתנועה במישור	
120	שאלות	
130	תשובות לשאלות	
132	פרק 6 – כוחות וחוקי תנועה	
132	מבוא	6.1
132	הכוח	6.2
133	שקול הכוחות	6.3
135	החוק הראשון של ניוטון	6.4
136	החוק השני של ניוטון	6.5
137	6.5.1 המסה האינרציאלית	
138	6.5.2 יחידות הכוח	
139	הכוחות השכיחים במכניקה	6.6
139	6.6.1 המשקל	
141	6.6.2 הכוח הנורמלי	
143	6.6.3 המתיחות בחוט	
145	התאוצה – התוצאה של שקול הכוחות	6.7
149	החוק השלישי של ניוטון	6.8

152	6.8.1 המאזניים, משקל ומשקל מדומה
153	סיכום הפרק
154	שאלות
164	תשובות לשאלות

פרק 7 – מערכות יחס וכוחות מדומים

166	מבוא	7.1
166	מערכות יחס	7.2
167	כוחות מדומים	7.3
170	הקשר בין מערכות יחס אינרציאליות שונות	7.4
171	7.4.1 טרנספורמצית גלילאי	
173	סיכום הפרק	
174	שאלות	
175	תשובות לשאלות	

פרק 8 – החיכוך

176	מבוא	8.1
176	כוח החיכוך	8.2
176	חיכוך סטטי	8.3
180	חיכוך קינטי	8.4
184	חיכוך בין שני גופים היכולים לנוע	8.5
189	סיכום הפרק	
190	שאלות	
195	תשובות לשאלות	

פרק 9 – המישור המשופע

196	מבוא	9.1
196	פירוק כוחות על מישור משופע חלק	9.2

198	החיכוך במישור משופע	9.3
200	כוחות נוספים על גוף במישור משופע	9.4
202	סיכום הפרק	
203	שאלות	
206	תשובות לשאלות	

פרק 10 - בעיות רב גופיות בחוקי ניוטון

207	מבוא	10.1
207	מספר גופים בתאוצה זהה ובמתיחות זהה	10.2
210	חיכוך בבעיות רב גופיות	10.3
212	מספר גופים בתאוצה שווה ובמתיחות שונה	10.4
213	מספר גופים בתאוצה שונה	10.5
216	מערכות בתאוצה יחסית *	10.6
218	שאלות	
229	תשובות לשאלות	

פרק 11 - הכוח האלסטי - הקפיץ

232	מבוא	11.1
232	חוק הוק	11.2
234	חיבור מספר קפיצים בטור	11.3
235	חיבור מספר קפיצים זהים במקביל	11.4
236	תנועה בהשפעת קפיץ	11.5
237	סיכום הפרק	
238	שאלות	
243	תשובות לשאלות	

פרק 12 - עבודה ואנרגיה

244	מבוא	12.1
-----	------	------

244	עבודה על ידי כוח קבוע	12.2
247	אנרגיה	12.3
249	אנרגיה קינטית	12.4
250	אנרגיה פוטנציאלית כובדית	12.5
253	אנרגיה פוטנציאלית אלסטית	12.6
255	כוחות משמרים וכוחות מבזבזים *	12.7
257	חוק שימור האנרגיה	12.8
259	12.8.1 חילופי אנרגיה מכנית בעת זריקת גוף אנכית כלפי מעלה	
261	12.8.2 חילופי אנרגיה מכנית בעת ירידת גוף במידרון	
262	12.8.3 חילופי אנרגיה מכנית של מסה הקשורה לקפיץ אופקי	
264	12.8.4 חילופי אנרגיה מכנית של מסה הקשורה לקפיץ אנכי	
267	12.9 שקילות בין מסה ואנרגיה	
268	12.10 הספק	
268	12.10.1 יחידות ההספק	
268	12.10.2 הספק וכוח	
269	12.10.3 הספק ריגעי	
270	12.11 נצילות *	
271	סיכום הפרק	
272	ניספח - עבודה של כוח משתנה	
274	שאלות	
288	תשובות לשאלות	
291	פרק 13 - תנועה מעגלית	
291	13.1 מבוא	
292	13.2 מהירות קווית ומהירות זוויתית	
294	13.3 תנועה מעגלית במהירות קבועה	
308	13.4 כוחות מדומים בתנועה מעגלית *	
308	13.4.1 הכוח הצנטריפוגלי	
309	13.4.2 כוח קוריוליס	

311	תאוצה משיקית	13.5
312	תנועה מעגלית בתאוצה משיקית קבועה	13.6
313	תנועה מעגלית בתאוצה משיקית משתנה	13.7
318	13.7.1 מהירות קריטית	
319	סיכום הפרק	
320	נספח - הוכחת נוסחת התאוצה הצנטריפטלית	
321	שאלות	
330	תשובות לשאלות	
332	פרק 14 - התנע הקווי	
332	14.1 מבוא	
332	14.2 המיתקן	
334	14.3 תנע קווי	
337	14.4 חוק שימור התנע הקווי	
339	14.5 צורות התנגשות בין גופים	
341	14.5.1 התנגשות לא-אלסטית לחלוטין - התנגשות פלסטית	
346	14.5.2 התנגשות לא אלסטית	
348	14.5.3 התנגשות אלסטית	
351	14.6 התפוצצות ורתע	
353	14.7 תנועה עם מסה משתנה	
355	14.8 מרכז המסה	
359	סיכום הפרק	
360	נספח - מיתקן על ידי כוח משתנה	
361	שאלות	
374	תשובות לשאלות	
377	פרק 15 - מודל הגז האידאלי	
377	15.1 מבוא	
377	15.2 אטומים ומולקולות	

378	15.3	המול ומספר אבוגדרו
379	15.4	לחץ, טמפרטורה ונפח
379	15.4.1	לחץ
379	15.4.2	טמפרטורה
381	15.5	משוואת המצב של גז אידאלי
384	15.6	הנחות היסוד של מודל הגז האידאלי
385	15.7	לחץ מנקודת מבט מיקרוסקופית
387	15.8	טמפרטורה מנקודת מבט מיקרוסקופית
389	15.9	מהות החום
393		סיכום הפרק
394		שאלות
397		תשובות לשאלות
398		פרק 16 - תנועה הרמונית פשוטה
398	16.1	מבוא
398	16.2	תנועה מחזורית
400	16.3	הגדרת התנועה הרמונית הפשוטה
402	16.4	ההעתק בתנועה הרמונית פשוטה
409	16.5	המהירות בתנועה הרמונית פשוטה
414	16.6	התאוצה בתנועה הרמונית פשוטה
415	16.7	השפעת כוח קבוע על תנועה הרמונית פשוטה
417	16.8	מטוטלת מתמטית
419		סיכום הפרק
		נספח א' - מציאת משוואות ההעתק, המהירות והתאוצה בתנועה הרמונית פשוטה
420		
421		נספח ב' - קביעת זווית המופע ההתחלתית
422		שאלות
433		תשובות לשאלות

436	פרק 17 - כבידה	
436	מבוא	17.1
436	ההתפתחות הסטורית של מציאת חוק הכבידה	17.2
439	חוק הכבידה האוניברסלי	17.3
442	מסה אינרציאלית ומסת כבידה	17.4
444	הקשר בין תאוצת הכובד וקבוע הכבידה האוניברסלי	17.5
446	שדה הכבידה	17.6
447	אנרגיה פוטנציאלית כובדית	17.7
449	17.7.1 חוק שימור האנרגיה המכנית בצורה חדשה	
454	לווינים	17.8
460	צפיפות מסה *	17.9
462	סיכום הפרק	
463	נספח א' - ניסוי קוונדיש למדידת קבוע הכבידה	
464	נספח ב' - הוכחת נוסחת האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית	
465	שאלות	
473	תשובות לשאלות	

פרק 18 - מכניקה של גוף צפיד -

תנועה עם ציר סיבוב קבוע

475	מבוא	18.1
475	התנועה של גוף צפיד	18.2
477	תיאור התנועה הסיבובית של גוף צפיד	18.3
479	אנרגיה קינטית סיבובית של גוף צפיד ומומנט ההתמד	18.4
482	18.4.1 משפט שטיינר - משפט הציר המקביל	
483	המומנט	18.5
486	18.5.1 מרכז הכובד	
487	שקול המומנטים	18.6
489	תנאי שיווי משקל של גוף צפיד	18.7
496	תנועה סיבובית בתאוצה זוויתית קבועה	18.8

500	מטוטלת פיסיקאלית	18.9
502	סיכום הפרק	
	נספח - חישוב מומנט ההתמד של גופים בעלי צפיפות	
503	מסה רציפה	
504	שאלות	
514	תשובות לשאלות	
	פרק 19 - מכניקה של גוף צפיד -	
516	תנועה עם ציר סיבוב לא קבוע	
516		
516	מבוא	19.1
516	גלגול	19.2
518	19.2.1 תפקיד החיכוך בתנועת הגלגול	
522	19.3 שימור אנרגיה מכנית בתנועה סיבובית	
526	19.4 עבודה והספק בתנועה סיבובית	
529	19.5 הגדרת תנע זוויתי	
529	19.6 מתקף זוויתי	
529	19.7 שימור תנע זוויתי	
535	19.8 נקיפה (פרצסיה)	
537	19.9 ההקבלה בין תנועה קווית ותנועה סיבובית	
538	סיכום הפרק	
539	שאלות	
547	תשובות לשאלות	
548	ניספח מתמטי	
	תוכנית הלימודים במכניקה בבחינת הבגרות	
568	ברמת 4 ו-5 יחידות על פי התוכנית החדשה	
570	נתונים ונוסחאות בפיסיקה	
573	מפתח עניינים	