Unit 1

Section One: Reading Comprehension

Theory of Magnetism

To understand the magnetic behavior of materials, it is necessary to take a microscopic view of matter. A suitable starting point is the composition of the atom, which Bohr described as consisting of a heavy nucleus and a number of electrons moving around the nucleus in specific orbits. Closer investigation reveals that the atom of any substance experiences a torque when placed in a magnetic field; this is called a *magnetic moment*. The resultant magnetic moment of an atom depends upon three factors – the positive charge of the nucleus spinning on its axis, the negative charge of the electron spinning on its axis, and the effect of the electrons moving in their orbits. The magnetic moment of the spin and orbital motions of the electron far exceeds that of the spinning proton. However, this magnetic moment can be affected by the presence of an adjacent atom. Accordingly, if two hydrogen atoms are combined to form a hydrogen *molecule*, it is found that the electron spins, the proton spins, and the orbital motions of the electrons of each atom oppose each other so that a resultant magnetic moment of zero should be expected. Although this is almost the case, experiment reveals that the relative permeability of hydrogen is not equal to l but rather is very slightly less than unity. In other

words, the molecular reaction is such that when hydrogen is the medium there is a slight decrease in the magnetic field compared with free space. This behavior occurs because there is a precessional motion of all rotating charges about the field direction, and the effect of this precession is to set up a field opposed to the applied field regardless of the direction of spin or orbital motion. Materials in which this behavior manifests itself are called *diamagnetic* for obvious reasons. Besides hydrogen, other materials possessing this characteristic are silver and copper.

Continuing further with the hydrogen molecule, let us assume next that it is made to lose an electron, thus yielding the hydrogen ion. Clearly, complete neutralization of the spin and orbital electron motions no longer takes place. In fact, when a magnetic field is applied, the ion is so oriented that its net magnetic moment aligns itself with the field, thereby causing a slight increase in flux density. This behavior is described as *paramagnetism* and is characteristic of such materials as aluminum and platinum. Paramagnetic materials have a relative permeability slightly in excess of unity.

So far we have considered those elements whose magnetic properties differ only very slightly from those of free space. As a matter of fact the vast majority of materials fall within this category. However, there is one class of materials – principally iron and its alloys with nickel, cobalt, and aluminum – for which the relative permeability is very many times greater than that of free

space. These materials are called *ferromagnetic* and are of great importance in electrical engineering. We may ask at this point why iron (and its alloys) is so very much more magnetic than other elements. Essentially, the answer is provided by the *domain* theory of magnetism. Like all metals, iron is crystalline in structure with the atoms arranged in a space lattice. However, domains are subcrystallineparticles of varying sizes and shapes containing about 10^{15} atoms in a volume of approximately 10^{-9} cubic centimeters. *The distinguishing feature of the domain is that the magnetic moments of its constituent atoms are all aligned in the same direction*. Thus in a ferromagnetic material, not only must there exist a magnetic moment due to a nonneutralized spin of an electron in an inner orbit, but also the resultant spin of all neighboring atoms in the domain must be parallel.

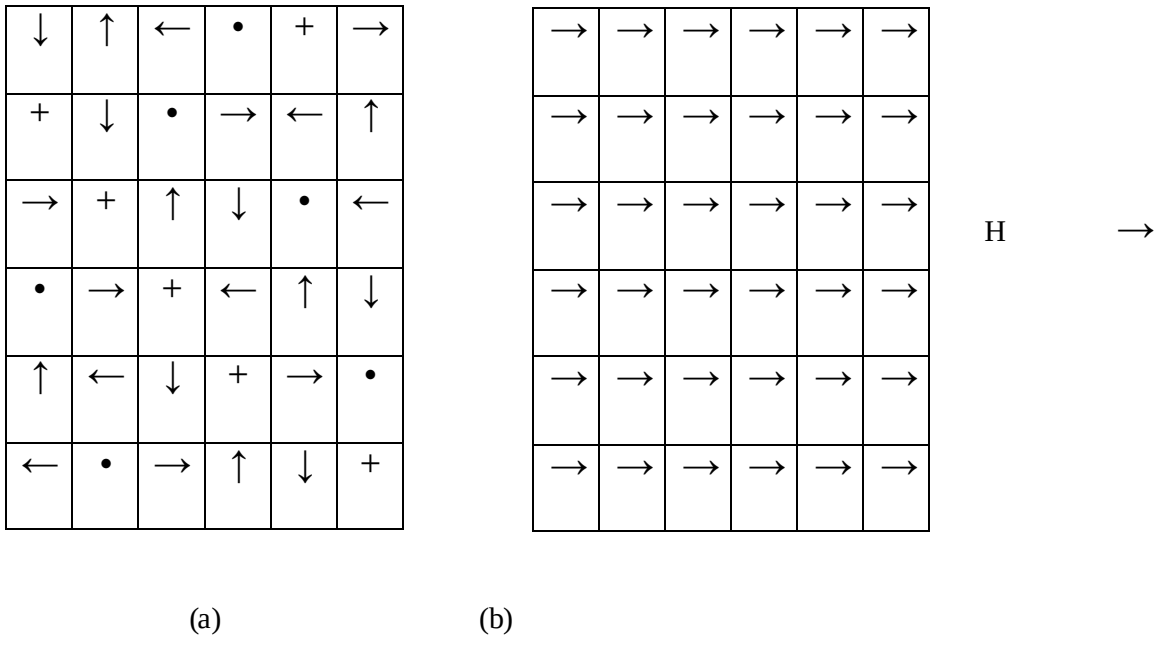

Figure 1-1. Representation of a Ferromagnetic Crystal: (a) Unmagnetized and (b) Fully Magnetized by the Field H.

It would seem by the explanation so far that, if iron is composed of completely magnetized domains, then the iron should be in a state of complete magnetization throughout the body of material even without the application of a magnetizing force. Actually, this is not the case, because the domains act independently of each other, and for a specimen of unmagnetized iron these domains are aligned haphazardly in all directions so that the net magnetic moment is zero over the specimen. Figure 1-1 illustrates the situation diagrammatically in a simplified fashion. Because of the crystal lattice structure of iron the 'easy' direction of domain alignment can take place in any one of six direction – left, right, up, or in – depending upon the direction of the applied magnetizing force. Figure 1-1 (a) shows the unmagnetized configuration. Figure 1-1 (b) depicts the result of applying a force from left to right of such magnitude as to effect alignment of all the domains. When this state is reached the iron is said to be *saturated* – there is no further increase in flux density over that of free space for further increases in magnetizing force.

Large increases in the temperature of a magnetized piece of iron bring about a decrease in its magnetizing capability. The temperature increase enforces the agitation existing between atoms until at a temperature of 750˚C the agitation is so server that it destroys the parallelism existing between the magnetic moments of the neighboring atoms of the domain and thereby causes

it to lose its magnetic property. The temperature at which this occurs is called the *curie point*.

Part I. Comprehension Exercises

A. Put "T" for true and "F" for false statements. Justify your answers.

..... 1. With his atomic theory, Bohr contributed to the understanding of the magnetic behavior of materials.

….. 2. The atoms of a substance, if placed in a magnetic field, are subject to a torque.

…... 3. Platinum is a diamagnetic material.

…... 4. In ferromagnetic materials, the magnetic moments of large groups of atoms are aligned forming magnetic domains.

…… 5. In an unmagnetized ferromagnetic material, the domains are aligned in different directions.

…… 6.The magnetic properties of iron increase with an increase in temperature.

B. Mark the choice that best answers the question.

1. Permeability of silver is less than unity ……. .

a. because of its atoms setting up a field against the applied field

b. because of its molecules rotating about the applied field

c. due to the precessional spin of its positive charges

d. due to the orbital motions of its negative charges

2. It is true that ……. .

a. paramagnetic materials provide a small penetration of the magnetic field

b. paramagnetic materials provide a great penetration of the magnetic field

c. the resultant magnetic moment of an atom depends on its spinning axis

d. the resultant magnetic moment of an atom depends on the nucleus spinning on its axis

3. According to the text, ……... .

a. two atoms of hydrogen, If combined, pronounce a permeability greater than 1

b. two atoms of hydrogen, If combined, give rise to a high magnetic moment

c. diamagnetic materials have magnetic properties more than those of free space

d. diamagnetic materials have magnetic properties less than those of free space

4. Paramagnetism is based on the fact that the magnetic moment of a paramagnetic material, when placed in a magnetic field, …… .

a. results in a decrease in flux density

b. lines up with the field

c. is equal to 1

d. is low compared with free space

5. The magnetic properties of diamagnetic and paramagnetic materials ……. those of free space.

a. are greater than c. differ slightly form

b. are smaller than d. differ greatly from

6. The abnormal magnetic properties of iron may be caused by …… .

a. the magnetic moment resulting from an inner orbital spin of a nonneutralized electron

b. the parallelism of the resultant spin of all neighboring atoms in the domain

c. the domains oriented at random with their axes pointing in various directions

d. both a and b

C. Answer the following questions orally.

1. What is called a magnetic moment?
2. What does the resultant magnetic moment of an atom depend on?
3. How do adjacent atoms affect the magnetic moment of each other?
4. How does the magnetic behavior of materials differ?
5. Why does platinum have the characteristic of paramagnetism?

6. What form the domains in ferromagnetic materials?
7. What causes the alignment of the magnetic domains in iron?
8. What is called the curie point?

Part II. Language practice

A. Choose a, b, c, or d which best completes each item.

1. Copper is ……. material,therefore, it exhibits a relative permeability slightly less than unity.

a. a paramagnetic c. a permeable

b. a diamagnetic d. a neutral

2. Iron provides a great penetration of the magnetic field, that is, its ……. is many times greater that of free space.

a. magnetic flux c. relative permeability

b. atomic composition d. magnetic moment

3. Elements and metals which have slight magnetic properties are called …….. materials.

a. magnetic c. diamagnetic

b. metallic d. paramagnetic

4. Iron and some of its alloys have an appreciable magnetic permeability. These materials are called ……. .

a. ferromagnetic c. paramagnetic

b. diamagnetic d. magnetic

5. The state of ……. is reached when all the magnetic domains are aligned in one direction.

   a. magnetization c. flux density

   b. saturation d. neutralization

B. Fill in the blanks with the appropriate form of the words given.

1. Magnet

a. Maxwell showed that some of the properties of …… may be compared to a flow.

b. Lines of flux are conventionally said to leave a …… material at the north pole and re-enter at the south pole.

c. If the ……. field is produced by a solenoid, we will have the same representation of lines of flux, but with the solenoid taking the place of a ……. .

2. Permeate

a. Relative ……. is a pure number that is the same in all unit systems: the value and dimension of absolute ……. depend upon the system of units employed.

b. A ……. is an apparatus used for determining corresponding values of magnetizing force and flux density in a test specimen.

3. Move

a. When a conductor is …... through a magnetic field in such a way as to cut the magnetic lines, an emf is generated in the conductor.

b. A moving-conductor microphone is a microphone the electric output of which results from the …… of a conductor in a magnetic field.

c. In a moving-conductor loudspeaker, the ……. conductor is in the form of a coil connected to the source of electric energy.

4. Rotate

a. The most important parts of a dc motor are the…....., the stator, and the brushgear.

b. A ……. converter combines both motor and generator action in one armature winding connected to both a commutator and slip rings, and is exited by one magnetic field.

c. A rotary generator is an alternating-current generator adapted to be ……. by a motor or prime mover.

5. Saturate

a. A magnetic-core reactor operating in the region of saturation without independent control means is known as ……. reactor.

b. A …….. sleeve is a flexible tubular product made from cotton and coated with an electrical insulating material.

c. Saturation induction is sometimes referred to as ……. flux density.

C. Fill in the blanks with the following words.

inductance element circuit way

discovered treated flux it

changing current from

Inductance is a characteristic of magnetic fields, and it was first …… by Faraday in his renowned experiments of 1831. In a general ..… inductancecan be characterized as that property of a circuit …… by which energy is capable of being stored in a magnetic …… field. A significant and distinguishing feature of inductance, however, is that …… makes itself felt in a circuit only when there is a/an …… current or flux. Thus, although a circuit element may have …… by virtue of its geometrical and magnetic properties, its presence in the …… is not exhibited unless there is a time rate of change of …… . This aspect of inductance is particularly stressed when we consider it …… the circuit viewpoint. However, for the sake of completeness, inductance is also …….from an energy and a physical view.

D. Put the following sentences in the right order to form a paragraph. Write the corresponding letters in the boxes provided.

a. Transformers are to be found in such varied application as radio and television receivers and electrical power distribution circuits.

b. An understanding of electromagnetism is essential to the study of electrical engineering because it is the key to the operation of a great part of the electrical apparatus found in industry as well as the home.

c. Similarly, static transformers provide the means for converting energy from one electrical system to another though the medium of a magnetic field.

d. Other important devices – for example, circuit breakers, automatic switches, relays, and magnetic amplifiers – require the presence of a confined magnetic field for their proper operation.

e. All electric motors and generators, ranging in size from the fractional horsepower units found in home appliances to the 25,000-hp giants used in some industries, depend upon the electromagnetic field as the coupling device permitting interchange of energy between an electrical system and a mechanical system and vice versa.

1	2	3	4	5
b	e	c	a	d

Real transformers

Real transformers, as opposed to the ideal kind, have many nonidealities. These include nonperfect coupling to the core, core losses, and saturation.

Nonperfect coupling to the core can come about because of coupling to the air. In figure 1-2, the magnetic flux in the core set up by one winding doesn't 'want' to make the right-angled bend, and a small portion of it escapes

into air. Similarly, in a gapped core, the flux is forced to go through a small air gap and some of it does not return to the magnetic material on the other side of the gap, but rather continues out into the air, finding another path for is return. And in a toroid, although the flux is theoretically perfectly coupled to the core, in reality there is always a little bit of nonsymmetry in the winding, and this too causes a tiny bit of coupling to the air. Using the electrical analogy, the circuit of Figure 1-2 could be modeled as shown in Figure 1-3.

Figure 1-2. Not all of the Flux Goes Through the Core, Some Goes Through the Air. Because the Core Has Finite Permeability.

Figure 1-3. The Core in Figure 1-2 Can Be Modeled With the Electrical Analogy.

The voltage driving the first winding 'looks like' a current source in the analogy. The permeability of the core 'looks like' a conductance, so it is modeled as a resistor, with a resistance value that is the inverse of the permeability (1/3000). The resulting voltage (which is what the flux 'looks like') is transformed back into a current source on the other side of the core. This reflected current then goes through both the core (resistance = inverse of permeability = 1/3000) and the air [resistance = 1/ (the permeability of air), i.e., 1]. The analog of this is that the flux goes through the core and also through the air, with the relative amounts determined by the permeabilities of the two: 3000/3001 of the flux goes through the core, and 1/3001 of the flux goes through the air.

The part of the flux that goes through the air is called the leakage: in the analogy, some part of the current doesn't go through the core 'resistor', so the voltage developed across the second winding is smaller than that generated by the primary winding. (The resistors are in parallel, and so the current generates a smaller voltage.) Since some of the flux is not coupled to the secondary, we can now go back and modify our original model of an ideal transformer to take account of this imperfect coupling. In the resulting schematic (Figure 1-4), we still have the perfect transformer in the center of the model. In series with the primary we are showing leakage inductance. The validity of this model is not affected by whether it is shown in the primary or secondary, since it is just subtracting from the voltage that appears on the secondary; here it is shown on the primary side.

Figure 1-4. A Real Transformer Has Magnetizing Inductance and Leakage Inductance, Both of Which Interfere With Its Ideal Transformer Action.

Core Materials

Another aspect of a real transformer (or inductor) is its use of real core materials. Not only do real core materials have finite permeability, they have losses, they saturate, and at least some types have permeability, losses, and other properties that are temperature-dependent! Incorporating all these factors properly requires some experience and knowledge.

Saturation

Saturation is what happens to a core when it has more than a certain flux density: its permeability is reduced from a high value to approximately 1. This in turn means a radical reduction in inductance, which would clearly be disastrous in some circuits; complete saturation of a core is thus to be avoided in most cases.

'Saturation' has a fairly clear meaning for ferrites and steel laminations, because the core saturates rather abruptly: an extra oersted or two of flux density, and suddenly the permeability plummets (but bear in mind that even for these materials saturation flux density is a function of temperature).

Comprehension Exercises

A. Mark the choice that best answers the question.

1. The second paragraph mainly discusses ……. .

a. factors resulting in the magnetic flux coupling

b. air as a crucial agent causing imperfect coupling

c. factors leading to coupling deficiency

d. a perfectly coupled flux in a toroid

2. Which of the following is true, according to the passage?

a. The current source in the circuit is considered analogous to the voltage in the first winding of the transformer.

b. The resistor in the circuit is considered analogous to the voltage in the second winding of the transformer.

c. The resistance value of the resistor is proportional to the core permeability.

d. The current going through the core and the air is proportional to the flux going through them.

3. Which one of the following questions has the author sought to answer?

a. Does inductance go as the square of the number of turns?

b. If the primary has a leakage inductance of 1μH, would this appear as 4μH on the secondary?

c. Does leakage inductance cause the same percentage voltage drop on either side of the transformer?

d. Is part of the flux that goes through the air called leakage?

4. It may be inferred from the text that …… .

a. leakage inductance caused by air coupling is constant with flux density

b. leakage inductance is caused by coupling through the air, not the core

c. the permeability of air is one, so it can be used to generate high inductance

d. the leakage inductance of a transformer depends on the material on which the windings are wound

5. We may guess from the context that the term ‘abruptly’ means …… .

a. sharply c. deliberately

b. absolutely d. densely

6. Which conclusion is supported in the passage?

a. Complete saturation of a core never occurs.

b. Reduction in inductance is usually an advantage.

c. Inductance is directly proportional permeability.

d. Ferrites and steel laminations saturate gradually.

B. Write the answer to the following question.

1. How are ideal transformers distinguished from real ones?
2. What is a gapped core?
3. Why is the resistance value in inverse proportion to the permeability?
4. What makes the use of core materials in magnetic designs so crucial?
5. What does saturation refer to?
6. How does saturation affect permeability?

A. Translate the following passage into Persian.

Magnetostatics

Amongst the oldest and easiest to observe scientific phenomena are those of magnetism. The subject of bar magnets and magnetic poles is given the name of magnetostatics by analogy with electrostatics. Magnetic phenomena, such as poles and the fields they produce, can be explained in terms of fields due to

electric currents. Thinking on the atomic scale, the electrons which circulate round the heavy central positive nucleus constitute a current. So each orbiting electron produces a magnetic field. In general, the orbits of the electrons are disposed in random planes in space and so the net magnetic field is zero. Should a suitable stimulus be applied, the orbits can be aligned so that their magnetic fields are in the same direction. In some materials the orbits, once aligned, stay that way and these are the materials which produce permanent magnets. In other materials the orbits return to their random dispositions once the stimulus is removed – these are the materials used as electromagnets. For a given stimulus, they produce a greater field then the materials used for permanent magnets. It should be mentioned at this stage that ability to produce a high field is not the only factor to be considered when deciding upon a material to be used for an electromagnet; there are problems of energy loss to be considered if the state of magnetization is to be changed frequently.

B. Find the Persian equivalents of the following terms and expressions and write them in the spaces provided.

1. agitate …….
2. alloy……..
3. apparatus……....
4. attract……
5. brushgear……..
6. circuit..……..

7. commutator …….

8. compass needle ...……

9. compose ……

10. couplingdevice …….

11. crystalline ……..

12. depict …….

13. diamagnetic …….

14. dispose …….

15. domain …….

16. electrostatic …….

17. exert on …….

18. ferromagnetic …….

19. gravity…….....

20. lattice …….

21. magnetic amplifier…….

22. magnetic induction …….

23. magnetic moment …….

24. manifest …….

25. mineral ……

26. neutralize …….

27. nucleus …….

28. orbit …….

29. permeability ……

30. precession ……..

31. random ……

32. repel ……

33. saturate ……..

34. sleeve ……

35. specimen ……

36. spin ……

37. stator ……

38. stimulus ……..

39. suspend ……..

40. torque ……..

41. transformer……..

42. vacuum ……..

تئوری مغناطیس

برای درک رفتار مغناطیسی مواد لازم است یک دیدگاه میکروسکوپی از ماده در نظر بگیریم.یک نقطه شروع مناسب ترکیب اتم است،که بوهر (آنرا)به صورت متشکل از یک هسته سنگین و تعدادی الکترون متحرک به دور هسته سنگین و تعدادی الکترون متحرک به دور هسته در مدار های خاص توصیف کرد.بررسی دقیق تر نشان میدهد که اتم هر ماده ای هنگام قرار گیری در میدان مغناطیسی گشتاوری دریافت میکند؛ این (گشتاور)یک گشتاور مغناطیسی خوانده میشود.گشتاور مغناطیسی برآیند یک اتم بستگی به سه عامل دارد–بار مثبت هسته ای که روی محورش میچرخد ، بار منفی الکترونی که روی محورش میچرخد،و اثر الکترونهای متحرک در مدارهایشان . گشتاور مغناطیسی اسپین و حرکات مداری الکترون بسیار بیشتر از (مقدار مربوط به)پروتون چرخان است.با این حال این گشتاور

مغناطیسی میتواند تحت تاثیر حضور یک اتم مجاور باشد.از اینرو اگر دو اتم هیدروژن ترکیب شوند تا یک مولکول هیدروژن تشکیل دهند ، مشاهده میشود که اسپینهای الکترونی ،اسپینهای پروتونی،و حرکات مداری الکترونهای هر اتم با هم مخالفت میکنند به گونه ای که یک گشتاور مغناطیسی با برآیند صفر باید مورد انتظار باشد .اگر چه تقریبا چنین است،ولی آزمایش نشان میدهد که نفوذپذیری نسبی هیدروژن مساوی با 1نیست بلکه به مقدار خیلی کمی زیر واحد است. به عبارت دیگر عکس العمل مولکولی به گونه ای است که هنگامی که محیط هیدروژن است ،کاهش مختصری در میدان مغناطیسی در مقایسه با فضای آزاد وجود دارد.این رفتار به این علت رخ میدهد که یک حرکت تقدیمی تمامی بارهای چرخان حول راستای میدان وجود دارد و اثر این حرکت تقدیمی برقراری یک میدان مخالف با میدان اعمال شده،بی ارتباط به راستای اسپین یا حرکت مداری است .موادی که در آنها این رفتار خود را نشان میدهد به دلایل واضحی دیامغناطیسی خوانده میشوند.در کنار هیدروژن، سایر مواد اداری این مشخصه،نقره و مس هستند.

سپس اجازه دهید با پیگیری بیشتر مولکول هیدروژن فرض کنیم که (این مولکول)وادار به از دست دادن یک الکترون شود،و بدینسان یون هیدروژن به دست دهد.به وضوح،خثنی سازی کامل اسپین و حرکات مداری الکترونی دیگر صورت نمی پذیرد.در حقیقت هنگامی که یک میدان مغناطیسی اعمال میشود،یون چنان جهت گیری میکند که گشتاور مغناطیسی خالص آن خود را با میدان هم راستا میکند، و از این رو باعث افزایش مختصری در چگالی شار میشود.این رفتار تحت عنوان پارامغناطیس توصیف میشود و مشخصه موادی مانند آلومینیوم و پلاتین است.مواد پارامغناطیسی دارای نفوذ پذیری نسبی کمی بیشتر از واحد هستند.

تاکنون آن عناصری را مورد ملاحضه قرار داده ایم که خواص مغناطیسی آنها نسبت به فضای آزاد فقط به مقدار خیلی کم تفاوت دارد.در حقیقت اکثریت عمده ای از مواد در این دسته قرار میگیرند.با این حال دسته ای از مواد وجو د دارند-عمدتا آهن و آلیاژ های آن با نیکل،کبالت و آلومینیم–که برای آنها نفوذ پذیری نسبی چندین برابر بیشتر از نفوذ پذیری فضای آزاد است.این مواد فرو مغناطیسی خوانده میشوند و در مهندسی برق اهمیت زیادی دارند.در اینجا ممکن است سوال کنیم که چرا آهن (وآلیاژ های آن)اینقدر مغناطیسی تر از سایر عناصر هستند.جواب اساسا توسط تئوری حوزه مغناطیس ارائه میشود.آهن، همانند تمام فلزات،ساختمان بلوری دارد و اتمهای آن در یک شبکه فضایی ترتیب یافته اند.با این حال، حوزه ها ذرات زیر بلورینی هستند با اشکال و اندازه های متغیر، شامل حدودا10^{15}اتم در حجمی تقریبا معادل 10^{-9}سانتیمتر مکعب. ویژگی متمایز کننده حوزه این است که گشتاورهای مغناطیسی اتمهای تشکیل دهنده آن همگی در یک راستا هم ردیف شده اند.بنابراین در یک ماده

فرومغناطیسی نه تنها باید یک گشتاور مغناطیسی ناشی از اسپین خثنی نشدهیک الکترون در یک مدار داخلی وجود داشته باشد، بلکه اسپین برآیند تمام اتمهای همسایه در حوزه نیز باید موازی باشد.

با توجه به توضیحات تا به اینجا، به نظر میرسد که اگر آهن متشکل از حوزه های کاملا مغناطیسی باشد،در این صورت باید حتی بدون اعمال یک نیروی مغناطیسی کننده ، در حالتی از مغناطش کامل در بدنه ماده باشد.در واقع این گونه نیست،زیرا حوزه ها مستقل از یکدیگر عمل میکنند، و برای یک نمونه آهن غیر مغناطید ه این حوزه ها به طور اتفاقی در تمام جهات امتداد یافته اند به گونه ای که گشتاور مغناطیسی خالص روی نمونه صفر است.شکل 1-1 این وضعیت را به طور نموداری به شیوه ای ساده شده نشان می دهد.به دلیل ساختار شبکه ای بلور آهن، راستای "آسان" ردیف شدن حوزه میتواند بسته به راستای نیروی مغناطیسی کننده وارد ه در یکی از شش راستا –چپ،راست،بالا ،پایین،بیرون یا داخل صورت پذیرد.شکل (a)1-1 پیکربندی غیر مغناطیده را نشان میدهد . شکل 1-1(b)نتیجه اعمال یک نیروی از چپ به راست را با بزرگی ای که بر صف آرایی تمام حوزه ها تاثیر گذار باشد،به تصویر میکشد.هنگامی که این حالت حاصل آید گفته میشود آهن اشباع شده است– با افزایش بیشتر نیروی مغناطیسی کننده هیچ افزایش بیشتری در چگالی شار نسبت به فضای آزاد وجود ندارد.

افزایش قابل توجه دمای یک قطعه آهن مغناطیسی شده کاهش در قابلیت مغناطیسی شدگی آن به همراه میآورد.افزایش دما باعث ایجاد آشفتگی بین اتمها میگردد تا هنگامی که در دمای750^0cآشفتگی آنقدر شدید میشود که توازی موجود بین گشتاورهای مغناطیسی اتمهای مجاور حوزه را تخریب میکند و از اینرو باعث میشود آن حوزه خاصیت مغناطیسی خود را از دست بدهد.دمایی که در آن این پدیده رخ میدهد نقطه کوری خوانده میشود.

قسمت 1: تمرینات درک مطلب

الف . برای جمله های صحیحTو برای جمله های غلطFقرار دهید.پاسخهای خود را توجیه کنید.

1) بوهر با تئوری اتمی خود در فهم رفتار مغناطیسی مواد سهیم بودT
2) اتمهای یک ماده در صورت قرار گیری دریک میدان مغناطیسی،در معرض یک گشتاور هستند.T
3) پلاتین یک ماده دیا مغناطیسی استF
4) در مواد فرومغناطیسی،گشتاورهای مغناطیسی گروهای بزرگی از اتمها همردیف شده و حوزه های مغناطیسی تشکیل میدهندT

5) در یک ماده فرومغناطیسی غیر مغناطیده،حوزه ها در راستاهای مختلفی جهت یافته اندT

6) خواص مغناطیسی آهن با افزایش دما افزایش مییابدF

ب. گزینه ای راکه بهترین پاسخ سوال است انتخاب کنید.

1.نفوذ پذیری نقره .....کمتر از یک است.

a. به دلیل اینکه اتمهای آن در مقابل میدان اعمال شده یک میدان برقرار میسازند
b. به دلیل اینکه مولکولهای ان حول میدان اعمال شده میچرخند
c. به دلیل اسپین تقدیمی بارهای مثبتآن
d. به دلیل حرکات مداری بارهای منفی آن

2 .درست است که .....

a. مواد پارامغناطیسی نفوذ کوچکی از میدان مغناطیسی فراهم میکنند
b. مواد مغناطیسی نفوذ بزرگی از میدان مغناطیسیفراهم میکنند
c. گشتاور مغناطیسی برآیند یک اتم به محور چرخشآن بستگی دارد.
d. گشتاور مغناطیسی برآیند یک اتم بستگی به هسته ای دارد که روی محورآن میچرخد.

3. طبق متن.....

a) دو اتم هیدروژن در صورت ترکیب یک نفوذ پذیری بیش از1 نشان میدهد
b) دو اتم هیروژن در صورت ترکیب منجر به یک گشتاور مغناطیسی بزرگ میشوند
c) مواد دیامغناطیسی خواص مغناطیسی بیشتری نسبت به فضایآزاد دارند
d) مواد دیامغناطیسی خواص مغناطیسی کمتری نسبت به فضایآزاد دارند

4. پارامغناطیس بر مبنای این واقعیت است که گشتاور مغناطیسی یک ماده بلوامغناطیسی هنگام قرار گیری در یک میدان مغناطیسی .....

a) منجر به کاهش چگالی شار میشود
b) با میدان هم خط میشود
c) مساوی با 1است
d) در مقایسه با فضا ی آزاد کمتر است

5.خواص مغناطیسی مواد دیامغناطیسی و پارامغناطیسی.....(خواص مغناطیسی)فضای آزاد هستند.

a) بیش از
b) کمتر از
c) کمی متفاوت از
d) بسیار متفاوت از

6.خواص مغناطیسی غیر عادی آهن میتوانند از .....ناشی شوند

a) گشتاور مغناطیسی حاصل از اسپین مداری داخلی یک الکترون خنثی نشده
b) توازی اسپین بر اینده تمام اتمهای مجاور در حوزه
c) حوزه های با جهت گیری تصادفی که محور های انها به راستا های مختلفی اشاره دارند
d) هر دو مورد aوb

C .به سوالات زیر شفاها پاسخ دهید.

1) چه چیزی یک گشتاور مغناطیسی خوانده میشود؟
2) گشتاور مغناطیسی برآیند یک اتم به چه چیزی بستگی دارد؟
3) چگونه اتمهای مجاور بر گشتاور مغناطیسی یکدیگر تاثیر میگذارند ؟
4) رفتار مغناطیسی مواد چگونه تفاوت دارند؟
5) چرا پلاتین مشخصه پارامغناطیس دارد؟
6) در یک ماده فرومغناطیسی چه چیزی حوزه ها را تشکیل میدهد؟
7) چه چیزی باعث هم ردیفی حوزه های مغناطیسی در آهن میشود؟
8) چه چیزی نقطه کوری خوانده میشود؟

بخش 2 . تمرین زبان

A-a-b-c-dیرا که بهترین شکل هر بند را کامل میکند،انتخاب کنید.

1. مس یک ماده .....است از اینرو نفوذپذیری نسبی مختصری کمتر از واحد نشان میدهد.

a) پارامغناطیس
b) دیامغناطیسی

c) نفوذ پذیری
d) خثنی

2. آهن نفوذ زیادی از میدان مغناطیسی فراهم میکند یعنی،..... آن چندین مرتبه بیش از فضای آزاد است.

a) شار مغناطیسی
b) ترکیب اتمی
c) نفوذ پذیری نسبی
d) گشتاور مغناطیسی

3. عناصرو فلزاتی که خواص مغناطیسی مختصری دارند مواد.....خوانده میشوند.

a) مغناطیسی
b) فلزی
c) دیامغناطیسی
d) پارامغناطیسی

4. آهن و بعضی از آلیاژهای آن نفوذپذیری مغناطیسی محسوسی دارند.ای ن مواد .....خوانده میشوند.

a) فرومغناطیسی
b) دیامغناطیسی
c) پارامغناطیسی
d) مغناطیسی

5. حالت .....هنگامی حاصل میشود که تمام حوزه های مغناطیسی در یک راستا هم خط شوند.

a) مغناطش
b) اشباع
c) چگالی شار
d) خنثی سازی

B. جاهای خالی را باشکل مناسب کلمات پر کنید.

1-آهن ربا =magnet

a-ماکسول نشان داد که بعضی از خواص مغناطیسmagnetismمیتوانند با یک جریان مقایسه شوند.

b-به طور متعارف گفته میشود که خطوط شار یک ماده مغناطیسی magneticرا در قطب شمال ترک کرده و در قطب جنوب مجددا وارد میشوند.

c-اگر میدان مغناطیسی magneticتوسط یک سلونوئید تولید شود همان نمایش خطوط شار را خواهیم داشت ولی سلونوئید جای یک آهنربا magnetرا میگیرد.

2-نفوذ کردن=permeate

a-نفوذ پذیری permeabilityنسبی یک عدد خالص است که در تمام سیستم های واحد یکسان است مقدار و بعد نفوذ پذیری permeability مطلق به سیستم واحدهای به کار رفته بستگی دارد

b-یک دستگاه سنجش نفوذ پذیری permeameter(=تراوایی سنج)دستگاهی است که برای تعیین مقادیر متناظر نیروی مغناطیسی کننده و چگالی شار در یک نمونه تستی به کار میرود

3-حرکت کردن ،حرکت دادن =move

a.هنگامی که در یک رسانا در حال حرکت movingاز میان یک میدان مغناطیسی به گونه ای است که خطوط مغناطیسی را قطع کند در رسانا یکemfایجاد میشود .

b.یک میکروفون با رسانای متحرک میکروفونی است که خروجی الکتریکی آن از حرکت movementیک رسانا در یک میدان مغناطیسی ناشی میشود

c. در یک بلنگوی با رسانای متحرک رسانای قابل حرکت movableبه شکل یک سیم پیچ متصل به منبع انرژی الکتریکی است.

4-چرخیدن دوران کردن ،چرخاندن،گردیدن =rotate

a.مهمترین قطعات یک موتور dcعبارتند از روتور rotorاستاتور و دنده جاروبک

b.یک مبدل گردان rotary عمل موتور و عمل ژنراتور را در یک سیم پیچ آرمیچر که به یک کموتاتور و نیز حلقه های لغزان متصل است و با یک میدان مغناطیسی تحر یک میشود را ترکیب میکند

c. مولد گردان یک مولد جریان م تناوب است که برای چرخ یده شدن rotatedتوسط یک موتور یا محرک اولیه تطبیق یافته است .

5-اشباع کردن =saturate

a.یک راکتور هسته مغناطیسی که بدون تجهیزات مستقل کنترل در ناحیه اشباع کار میکند به یک راکتور قابل اشباعsaturableمشهور است

b. یک غلاف اشباع شده saturatedیک محصول لوله ای انعطاف پذیر است که از پنبه ساخته شده و با یک ماده عایق الکتریکی پوشانده است

c. گاهی اوقات از القای اشباعی تحت عنوان چگالی شار اشباعsaturationنام برده میشود.

C. جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید .

اندوکتانس یک مشخصه میدانهای مغناطیسی است و اولین بار توسط فارادی در آزمایشات معروف وی در 1831کشف شد.discoveredاندوکتانس به روشی wayکلی میتواند به عنوان آن خاصیت یک عنصر elementمداری مشخص شود که انرژی به واسطه آن قادر به ذخیره شدن در یک میدان شار flux مغناطیسی است با این حال یک ویژگی مهم و متمایز کننده اندوکتانس این است که آن it{یعنی اندوکتانس}فقط هنگامی خود را در یک مدار محسوس میسازد که یک شار یا جریان متغیرchangingوجود داشته باشد . از اینرو اگر چه یک جزء مداری ممکن است به واسطه خصوصیات هندسی و مغناطیسی آن اندوکتانس inductanceداشته باشد ولی وجود آن در مدار circuitظاهر نمیشود مگر اینکه یک آهنگ زمانی تغییر جریان currentوجود داشته باشد . این جنبه اندوکتانس خصوصا هنگامی مطرح میشود که آنرا از fromنقطه نظر مداری در نظر بگیریم. با این حال به منظور تکمیل (مطلب)اندوکتانس از دیدگاه انرژی و فیزیکی نیز مورد توجه قرار میگیرد treated

D. جملات زیر را به ترتیب صحیح قرار دهید تا یک پاراگراف تشکیلشود.

a) ترانسفورماتورها در کاربردهای متنوعی مانند گیرنده های رادیویی و تلویزیونی و مدارات توزیع توان الکتریکی یافت میشوند.
b) درک الکترومغناطیس برای مطالعه مهندسی برق اساسی است زیرا کلید کارکرد بخش عظیمی از دستگاهای الکتریکی است که نه تنها در منزل بلکه در صنعت نیز یافت میشوند

c) به طور مشابه ترانسفورماتورهای استاتیکی وسایلی برای تبدیل انرژی از یک سیستم الکتریکی به دیگری توسط محیط یک میدان مغناطیسی فراهم می‌آورند
d) سایر دستگاهای مهم مثلا مدارشکنها ، سویچهای خودکار ، رله ها و تقویت کننده های مغناطیسی بابت کارکرد صحیح شان نیازمند وجود یک میدان مغناطیسی محدود هستند.
e) تمامی مولدها و موتورهای الکتریکی که از نظر اندازه از دستگاهایی با کسری از اسب بخار ،یافت شده در دستگاهای خانگی تا (دستگاهای)غول پیکر 25000اسب بخاری به کار رفته در بعضی از صنایع را شامل میشوند به میدان الکترومغناطیسی به عنوان دستگاه تزویجی ای وابسته اند که امکان تبادل انرژی بین یک سیستم الکتریکی و یک سیستم مکانیکی و بالعکس را فراهم میکند.

ترانسفورماتورهای حقیقی

ترانسفور ماتور های حقیقی، بر خلاف نوع ایده‌آل، ناایده آلی های زیادی دارند. این ناایده‌آلی ها شامل تزویج ناکامل با هسته، تلفات هسته، و اشباع می شوند.

تزویج ناکامل با هسته می تواند به دلیل تزویج با هوا حاصل آید. در شکل 2-1، شار مغناطیسی در هسته که توسط یک سیم پیچ برقرار شده است " نمیخواهد" خمیدگی با زاویه صحیح را ایجاد کند، و جزءکوچکی از آن به هوا می گریزد. به طور مشابه، در یک هسته شکافدار، شار وادار میشود از یک شکاف هوای کوچک بگذرد و مقداری از آن به ماده مغناطیسی در طرف دیگر شکاف بر نمی گردد، بلکه در هوا ادامه می یابد، و مسیر دیگری برای برگشت خود پیدا می کند. و در یک چنبره، اگر چه شار به طور تئوری کاملا با هسته تزویج می شود، اما در واقعیت همیشه مقدار کمی عدم تقارن در سیم پیچ وجود دارد، و این موضوع همچنین باعث مقدار تزویج کمی با هوا می شود. با استفاده از قیاس الکتریکی، مدار شکل2-1می تواند مانند شکل3-1 مدل سازی شود.

شکل 2-1 . تمام شار از هسته نمی گذرد، مقداری از آن از طریق هوا می گذرد، چون هسته نفوذپذیری محدودی دارد.

ولتاژ محرک اولین سیم پیچ در مقایسه به یک منبع جریان "شبیه" است. نفوذپذیری هسته"شبیه" یک کندوکتانس است، از این رو به عنوان یک مقاومت با مقدار مقاومتی که معکوس نفوذپذیری(1/3000) است، مدل سازی می شود. ولتاژ حاصل(که چیزی است که شار به آن "شبیه" است دوباره به یک منبع جریان در طرف دیگر هسته تبدیل می شود. سپس این جریان منعکس شده هم از هسته (مقاومت=معکوس نفوذپذیری=1/3000) و هم از هوا [مقاومت =1/ (نفوذپذیری هوا)، یعنی 1] می

گذرد. مشابه آن این است که شار، با مقادیر نسبی تعیین شده به وسیله نفوذپذیری های هسته و هوا به صورت زیر هم از هسته و هم از هوا می گذرد: 3001 / 3000 شار از هسته می گذرد، و 1/3001 شار از هوا می گذرد.

بخشی از شار که از هوا میگذرد نشتی خوانده می شود: در مقایسه، بخشی از جریان از "مقاومت" هسته رد نمی شود، از این رو ولتاژ ایجاد شده روی دومین سیم پیچ کوچک تر از چیزی است که توسط سیم پیچ اول ایجاد شده است. (مقاومت ها موازی هستند، و از این رو جریان یک ولتاژ کوچک تر به وجود می آورد. از آنجایی که مقداری از شار به ثانویه تزویج نمی شود، اکنون می توانیم برگردیم و مدل اولیه خودمان از یک ترانسفورماتور ایده آل را اصلاح کنیم تا این تزویج ناکامل را به حساب آوریم. در طرح حاصل (شکل 4-1)، هنوز ترانسفور ماتور کامل را در مرکز مدل داریم. ما اندوکتانس نشتی را به طور سری با اولیه نشان می دهیم. اعتبار این مدل تحت تاثیر این مطلب نیست که آیا در اولیه نشان داده شده است یا در ثانیه، زیرا درست از ولتاژی که در ثانویه تشکیل می شود کم میشود، در اینجا در طرف ثانویه نشان داده شده است.

شکل 4-1 . یک ترانسفورماتور حقیقی اندوکتانس مغناطیسی و اندوکتانس نشتی، که هر دو با عملکرد ترانسفورماتور ایده الش ارتباط دارند.

مواد هسته

یک جنبه دیگر یک ترانسفور ماتور(یا القاگر) واقعی استفاده از مواد واقعی هسته است. مواد هسته واقعی نه فقط نفوذپذیری محدود دارند، بلکه تلفات نیز دارند، اشباع می شوند، و دست کم بعضی از انواع آنها نفوذپذیری، تلفات، و خواص دیگری دارند که وابسته به دما هستند! ترکیب صحیح همه این عوامل مستلزم مقداری تجربه و معلومات است.

اشباع

اشباع چیزی است که هنگامی که هسته چگالی شار بیش از مقدار معینی دارد برای آن رخ می دهد: نفوذپذیری آن از یک مقدار بالا تا تقریبا یک کاهش می یابد. این به نوبه خود به معنی کاهش اساسی در اندوکتانس است، که به وضوح در بعضی مدارات فاجعه بار است؛ از این رو در اکثر موارد باید از اشباع کامل هسته پرهیز شود.

"اشباع" در فریتها و ورقه های فولادی یک معنی نسبتا واضح دارد، زیرا هسته نسبتا به طور ناگهانی (به سرعت) اشباع می شود: یک یا دو اورستد چگالی شار اضافی، و به طور ناگهانی نفوذپذیری

سریعا سقوط می کند، (ولی بخاطر داشته باشید که حتی برای این مواد نیز چگالی شار اشباع تابعی از دما است).

تمرینات درک مطلب

A.گزینه ای را که بهترین پاسخ سوال است انتخاب کنید.

1 - پاراگراف دوم عمدتا در مورد .....بحث میکند

a) عوامل منجر به تزویج شار مغناطیسی

b) هوا به عنوان عاملی مهم که باعث تزویج ناکامل میشود

c) عوامل منجر به نقص تزویج

d) یک شار کاملا تزویج شده در چنبره

2 - طبق متن کدام یک از موارد زیر صحیح است

a) منبع جریان در مدار با ولتاژدر اولین سیم پیچ ترانسفور ماتور مشابه در نظر گرفته میشود

b) مقاومت در مدار مشابه با ولتاژدر دومین سیمپیچ ترانسفور ماتور در نظر گرفته میشود

c) جریان مقدار مقاومت رزیستور با نفوذپذیری هسته متناسب است

d) جریان عبوری از هسته و هوا با شار عبوری ازآنها متناسب است

3 - مولف خواسته به کدام یک از سوالات زیر جواب دهد ؟

a) آیا اندوکتانس به شکل مربع تعداد دورها است ؟

b) اگر اولیه اندوکتانس نشتی1mh داشته باشد آیا در ثانویه به شکل4mh ظاهر میشود؟

c) آیا اندوکتانس نشتی باعث میشود در هر طرف ترانسفور ماتور یک درصد افت ولتاژ رخ دهد؟

d) آیا بخشی از شار که از هوا میگذرد نشتی خوانده میشود؟

4 - ممکن است از متن استنباط شود که.....

a) اندوکتانس نشتی ناشی از تزویج هوا با چگالی شار ثابت است

b) اندوکتانس نشتی از تزویج در هوا ناشی میشود نه هسته

c) نفوذپذیری هوا یک است از این رو میتواند برای ایجاد اندوکتانس بالا به کار برود

d) اندکتانس نشتی یک ترانسفور ماتور به ماده ای که سیم پیچ ها روی ان پیچیده شده اند بستگی دارد

5 - ممکن است از متن حدس بزنیم که واژهabruptlyبه معنی .....است

a) شدیدا

b) مطلقا

c) عمدا

d) به طور متراکم

6.کدام نتیجه گیری در متن حمایت شده است؟

a. اشباع کامل هسته هرگز اتفاق نمیفتد.

b. کاهش در اندوکتانس معمولا یک مزیت است.

c. اندوکتانس نسبت مستقیم با نفوذپذیری دارد.

d. فریت ها و ورقه های فولادی ببه تدریج اشباع می شوند.

پاسخ سوالات زیر را بنویسید.

1. ترانسفورماتور های ایده ال چگونه از ترانسفورماتور های حقیقی متمایز میشوند؟
2. یک هسته شکافدار چیست؟
3. چرامقدار مقاومت به طور معکوس با نفوذ پذیری متناسب است؟
4. چه چیزی استفاده از مواد هسته در طرح های مغناطیسی را اینقدر مهم میکند؟
5. اشباع به چه اشاره دارد؟
6. اشباع چگونه بر نفوذپذیری تاثیر میکند؟

مغناطوستاتیک (مغناطیس ساکن)

در میان قدیمی ترین و سهل المشاهده ترین پدیده های علمی پدیده های مربوط به مغناطیس قرار دارند.موضوع آهنربا های میله ای و قطبهای مغناطیسی از قیاس با الکترواستاتیک مغناطوستاتیک نام گرفته است. پدیده های مغناطیسی مانند قطبها و میادینی که تولید میکنند می توانند بر حسب میدانهای ناشی از جریانهای الکتریکی توضیح داده شوند.اگر در مقیاس اتمی بیندیشیم الکترونهایی که حول هسته سنگین مرکزی مثبت میچرخند جریانی تشکیل میدهند . از اینرو هر الکترون دارای حرکت مداری یک میدان مغناطیسی به وجود می آورد. در حالت کلی مدارات الکترونها در صفحات تصادفی در فضا ترتیب یافته اند و از اینرو میدان مغناطیسی خالص صفر است . در صورتی که یک محرک مناسب اعمال شود مدارها میتوانند هم ردیف شوند و به گونه ای که میادین مغناطیسی آنها در یک راستا باشند.در بعضی مواد مدارات به محض هم ردیفی در آن حالت میمانند و اینها موادی هستند که آهنرباهای دائمی تولید می کنند. در سایر مواد مدارها زمانی که محرک از بین می رود به موقعیت

تصادفی خود بر می گردند- این ها موادی هستند که به عنوان آهنربای الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند. برای یک محرک داده شده ، این مواد میدانی تولید میکنند که از مواد مورد استفاده برای آهنرباهای دائمی بزرگترند. در این مرحله لازم به ذکر است که توانایی ایجاد یک میدان قوی تنها عاملی نیست که در تصمیم گیری در مورد ماده مورد استفاده برای یک آهنربای الکتریکی مورد ملاحظه قرار میگیرد ؛ اگر قرار باشد حالت مغنا طیسی مکررا تغییر کند مشکلاتی مربوط به اتلاف انرژی وجود دارند که باید مورد ملاحظه قرار گیرند.

Agitate	اشفتن،بهم زدن،تکان دادن
Alloy	آلیاژ
Apparatus	اسباب،دستگاه،وسیله
Attract	جذب کردن ،کشیدن
Brushgear	دنده جاروبک
Circuit	مدار
Commutator	تغییرجهت دهنده،کموتاتور
Compass needle	سوزن قطب نما
Compose	ساختن،درست کردن، تشکیل دادن
Coupling device	دستگاه تزویج
Crystalline	بلوری ،بلورین
Depict	کشیدن ،نقش کردن
Diamagnetic	دیا مغناطیسی
Dispose	ترتیب دادن ،اراستن
Domain	حوزه،دامنه ،قلمرو
Electrostatic	الکتروستاتیکی
Exert on	اعمال کردن بر
Ferromagnetic	فرومغناطیسی
Gravity	گرانش ،ثقل
Lattice	شبکه

Magnetic amplifier	تقویتکننده مغناطیسی
Magnetic induction	القای مغناطیسی
Magnetic moment	گشتاور مغناطیسی
Manifest	آشکارساختن،فاش ساختن ،نشان دادن
Medium	محیط ،میانه-متوسط
Mineral	معدنی
Neutralize	خنثی کردن
Nucleus	هسته
Oppose	مخالفت کردن ،مقالبه کردن
Orbit	مدار
Permeability	نفوذپذیری
Precession	حرکت تقدیمی،تقدیم،پیشی،سبقت
Random	تصادفی
Repel	دفع کردن
Saturate	سیرکردن،اشباع کردن
Sleeve	روکش،روپوش،غلاف،محفظه
Specimen	نمونه
Spin	اسپین،چرخش،چرخیدن،چرخاندن
Stator	استاتور
Stimulus	محرک
Suspend	معلق کردن
Torque	گشتاور ،گشتاور پیچشی
Transformer	مبدل،ترانسفورماتور
Vacuum	خلاء